40

58940
Amet

2

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

N° 127,	publié en mars 1898	Prix	2 fr. 50
N° 128,	» juin 1898	»	4 » —
N° 129,	» septembre 1898	»	2 » 50
N° 130.	» décembre 1898	»	4 » —

Prix du vol. XXXIV

Fr. 13.—

506.44
.S685

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES

SCIENCES NATURELLES

publié sous la direction du Bureau

PAR

FÉLIX ROUX

4e S. — Volume XXXIV

Ce volume contient les Bulletins Nos 127, 128, 129, 130

publiés en 1898.

SMITHSONIAN INSTITUTION
275778
U. S. NATIONAL MUSEUM

LAUSANNE

LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

1898

Lausanne. — Imp. CORBAZ & Comp.

TABLE DES MÉMOIRES

DU VOLUME XXXIV

Pages

SCHENK, A. — Description des restes humains provenant des sépultures néolithiques des environs de Lausanne (9 fig.) 1

DUFOUR, H. — Observations sur la déperdition de l'électricité . . . 63

GUÉBHARD, AD. — De l'emploi de la plaque voilée comme enregistreur (13 fig.) 68

GALLI-VALERIO, B. — Notes helminthologiques 72

REY, G. — Rapport annuel sur la marche de la société pendant l'année 1897 78

DUFOUR, H. — Observations météorologiques pour 1897 . . . . . —

DUFOUR, H. — Observations météorologiques pour 1896 85

SCHARDT, H. — Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (Pl. I) 114

BENOÎT, L. — Sur quelques propriétés du trapèze 220

BLANC, H. — Le Plankton nocturne du Léman (Pl. II). 225

MERCANTON, P.-L.— Sur la phosphorescence des glaciers et des neiges. 231

Situation au 31 décembre 1897 240

Rapport de la Commission de vérification des comptes pour 1897. 242

PELET, L. — L'analyse des gaz des fumées et la combustion des calorifères à feu continu (Pl. III). 243

FOREL, F.-A. — Les flaques d'eau libre dans la glace des lacs gelés. 272

SCHENK, A. — Etude sur les ossements humains du cimetière burgonde de Vouvry (Valais) 279

PELET, L. — La combustion dans les fourneaux à pétrole et la viciation de l'air (Pl. IV) 287

EGON DE BESSER, L. — De l'action mécanique des muscles des doigts et du poignet, et de la rétraction des muscles après la section de leur tendon (Pl. V) 299

DUFOUR, Ch. — Principales propositions faites pour modifier la division du temps et de la circonférence 357

GALLI-VALERIO, B. — Notes de parasitologie 371

FOREL, Aug. — La Parabiose chez les fourmis 380

PELET, L. — Les progrès et le développement de l'industrie des matières colorantes artificielles 385

JACCARD, P. — Les monstres dans le monde organique et les lois de la morphologie (Pl. VI à X) 412

TABLE DES MATIÈRES DU VOLUME XXXIV

(Bulletins nos 127, 128, 129 et 130.)

Les chiffres romains se rapportent aux pages des procès-verbaux.

A. AFFAIRES ADMINISTRATIVES

(Voir aux procès-verbaux.)

Assemblées générales: — Du 15 décembre 1897, p. VIII. — de juin, fixation, p. XXXVI, XXXIX, programme, XLII, — générale, 18 juin, à l'Isle, p. XLIII.

Bibliothèque. — Don de M. Delebecque, p. VII. - Don de M. Fisch, p. VIII. — Don de Mlle Chavannes, p. VIII, XI, XVII, XXIV. XXIX — Don de M. P. de Loriol, p. IX. — Don de M. Grégoire Razoumowski, p. XI. — Don de Mme Naville, p. XI. — Publication du catalogue des périodiques, p. XXI. — Don bibliothèque cantonale, p. XXIX. — Don de M. F.-A. Forel, p. XXXIX. — Don de M. Renevier, p. XLI. — Don de Me G. de Molin, p. XLVIII.

Bulletin. — Envoi à la section des Diablerets du C. A. S; renseignements, p. IV. — Pénurie de mémoires, p. IV. — Echanges nouveaux, p. XXIX, XLI

Bureau. — Renouvellement annuel, p. IX. — Nomination du secrétaire, p. XI.

Caisse. — Budget pour 1898, p. IX.

Commission — de vérification des comptes, nomination, p. IX.

Décès. — MM. G. de Molin, p, XXXVI. — Bocherens-Oyex, p. XXXVI.

Démissions. — MM. de Crousaz, p. IV. — S. Rochat, ing., p. VIII; W. Grenier, prof.; A. Champion, p. XXVII; Borel, M., p. XXXVI.

Réceptions. — *a)* Membres honoraires: MM. E. Yung, Genève; Al. Peuck, à Vienne, p. XLIV.

b) Membres effectifs: MM. E. Gross, p. VII. — S. Demiéville et C. Pelichet, p. XIII. — B. Galli-Valerio; Dr Barbey, p. XXVII. — P. Turtaz, p. XXXVI. — Meylan, inst. p. XXXIX. — P. Cruchet, XLIV. — Huber; Gilliard; S Brun; Johnson; Martinet: Mlle Conciotis, H., p. XLVIII

Affaires diverses. — Opportunité de la création de sections dans la société. Bieler, p. IV. — Participation à la Société académique vaudoise, p. IV, VII. — Jubilé du prof. Cramer, à Zurich, p. VII, XI. — Diplôme accordé au Musée géologique vaudois à l'Exposition de Bruxelles, p. VII. — Invitation de la Société d'émulation du Doubs, p. VIII. — Invitation au Congrès international de zoologie de Cambridge. Représentation par M. Blanc, p. XX. — Proposition de la Société helvétique pour publication d'œuvres suisses, p. XXI. — Blocs erratiques, p. XXV. — Concours scientifiques, proposition Amann, p. XXVII. — Réunion de la Société helvétique à Berne, p. XXXIX, XLVIII. — Invitation de la Murithienne, p. XLVIII.

B. TRAVAUX SCIENTIFIQUES

Les communications ayant fait l'objet d'un mémoire publié dans le bulletin de la Société sont marquées d'un (*) et la page est indiquée en chiffres arabes. Les chiffres romains se rapportent aux procès-verbaux.

Mathématiques et Astronomie.

(*) Propriétés particulières du trapèze, L. Benoît, p. X, 220.
Observation d'un bolide, Eug. Delessert, p. X.
(*) Principales propositions faites pour modifier la division du temps et de la circonférence, Ch. Dufour, p. 367.

Météorologie et physique du globe.

Cas de mirage, F.-A. Forel, p. XII.
Grain du glacier, P. Mercanton, p. XII.
Givre en trémies, P. Mercanton, p. XIII.
Purification naturelle de l'eau des fleuves, F.-A. Forel, p. XVIII.
Observations actinométriques pour 1897, C. Bührer et H. Dufour, p. XIX.
Tremblement de terre du 22 février 1898, C. Bührer, p. XXVI.
Raz de marée à Grandson, F.-A. Forel, p. XXX.
(*) Phosphorescence des glaciers et des neiges, P. Mercanton, p. XXI et 231.
(*) Observations météorologiques pour 1896, H. Dufour, p. 85.
(*) » » pour 1897, H. Dufour, pagination spéciale.
(*) Les flaques d'eau libre dans la glace des lacs gelés, F.-A. Forel, p. 272.
Collection de sables lacustres, F.-A. Forel, p. LIII.

Physique pure et appliquée.

Nouveau microscope grand modèle de F. Koristka, J. Amann, p. III.
Longueur d'onde des rayons X, J. Amann, p. VIII.
(*) Observations sur la déperdition de l'électricité, H. Dufour, p. XXI et 63.
Télégraphie sans fil de M. Marconi, H. Dufour et C. Dutoit, p. XXVII.
Nouveaux objectifs macro et microphotographiques de C. Zeiss, F. Roux, p. XXXI.
(*) Emploi de la plaque voilée comme enregistreur, A. Guébhard, p. 68.
Scrutateur électrique, Guillemin, p. XLVII.
Stéthoscope pour machines, Mœhlenbruck, p. LIII.

Géologie, Minéralogie, Paléontologie.

Origine des grands lacs du Jura, H. Schardt, p. I.
Météorologie d'octobre 1897, H. Dufour, p. VII.
Terrains glaciaires de la Finlande méridionale et centrale, F.-A. Forel, p. X.
Incrustations siliceuses, Renevier, p. XI.
Fossile nouveau trouvé en Suisse, H. Schardt, p. XIX.
Rectification au procès-verbal de la séance du 2 juin 1897, H. Schardt, p. XXI.
Stratigraphie du calcaire du Mont d'Arvel, H. Schardt, p. XXI.
Détails tectoniques de la chaîne des Cornettes de Bise, H. Schardt, p. XXIV.
Travaux récents de paléontologie végétale, P. Jaccard, p. XXXIV.
Développement du musée géologique, Renevier, p. XXXVI.
Strato-relief des Bauges, M. Lugeon, p. XXXVII.
Origine des eaux du ruisseau Le « Brassus », F.-A. Forel, p. XXXVIII ; id. — F.-A. Forel et S. Aubert, p. LIII.
(*) Les régions exotiques du versant nord des Alpes, H. Schardt, pl. I, p. 114.
Présentation de chromolithographies, Lador, p. XLVII.
Origine des sources du mont de Chamblon, H. Schardt, p. XLIX.
Carte géologique d'Albertville, M. Lugeon, p. LIII.

Chimie.

Analyse par voie capillaire, son origine, sa méthode et son application, Kunz-Krause, p. V.
Théorie dynamique des échanges organiques, J. Amann, p. XI.
(*) Analyse des gaz des fumées et combustion dans les calorifères à feu continu, L. Pelet, pl III, p. 243.
Recherches sur les alcaloïdes par la « réaction de Vitali », Kunz-Krause, p. XXXII.
(*) La combustion dans les fourneaux à pétrole, L. Pelet, pl. IV, p. XXXIX et 287.
Action des persulfates, suite, Brunner, p. XLII.
(*) Le progrès et le développement de l'industrie des matières colorantes artificielles, L. Pelet, p. 385.
Nouveau procédé de dosage de l'acide urique, J. Amann, p. LI.
Nouveau modèle d'azomètre, J. Amann, p. LII.

Zoologie, Anatomie, Physiologie.

Communication sur le haricot sauteur (Carpocapsa Dehaisiana), E. Delessert, p. I.
Photographie par les rayons X de graines contenant des larves de carpocapsa, Dutoit, p. VI.
Présentation de lépidoptères exotiques, Bugnion, p. VII.
(*) Description de restes humains provenant de sépultures néolithiques des environs de Lausanne, A. Schenk, p. I et XIII.
Anomalie du foie chez un homme adulte, H. Barber, p. XVII.
Procidence du jabot des pigeons boulants, Bieler, p. XIX.
Observation de M. de Varigny sur l'imprégnation (télégonie), Bieler, p. XXIII.
La nouvelle théorie du sommeil, E. Bugnion, p. XXV.
Coefficients urologiques, J. Amann, p. XXVIII.
(*) Notes helminthologiques, B. Galli-Valerio, p. XXVIII et 72.
Fonction trypsinogène de la rate, Herzen, p. XXXIII.
(*) Plankton nocturne du Léman, H. Blanc, pl. II, p. XXXIV et 225.
Présentation de tortues d'Algérie et de Madagascar, W. Morton, p. XXXIX.
Ethnogénie des populations helvétiques, A. Schenk, p. XL.
Soudure congénitale des os tarsiens du cheval, Bieler, p. XLI.
(*) Ossements humains du cimetière burgonde de Vouvry, A. Schenk, p. 279.
(*) I. De l'action mécanique des muscles des doigts et du poignet. II. De la rétraction des muscles après la section de leur tendon, pl. V, L. Egon de Besser, p. 299.
(*) Notes de parasitologie, B. Galli-Valerio, p. 371.
(*) La Parabiose chez les fourmis, Aug. Forel, p. 380.
Communication sur *Sclerostomum hypostomum*, Borgeaud, p. XLVIII.

Botanique, Agriculture, Sylviculture.

Voyage dans le Turkestan, P. Jaccard, p. VI.
Fixation de l'azote gazeux par les plantes, P. Jaccard, p. VII.
Toxicité des graines d'Euphorbes, Wilczeck, p. XVII.
Orangers à fruits inclus, Bieler, p. XXXIV.
Observations sur l'héliotropisme, H. Dufour, p. XXXV, XLI.
Composition des sols arables de la commune de l'Isle, C. Dusserre, p. XLIV.
(*) Les monstres dans le monde organique et les lois de la morphologie, pl. VI-X, P. Jaccard, p. 402.
Glandes perlées de la vigne, J. Dufour, p. XLVI.
Développement anormal d'un citron, Wilczeck, p. XLVII.

TABLE DES AUTEURS

AMANN, J.
Microscope grand modèle de F. Koristka, Milan, p. III.
Mesure de la longueur d'onde des rayons X, p. VIII.
Théorie dynamique des échanges organiques, p. XI.
Coefficients urologiques, p. XXVIII.
Dosage de l'acide urique, p. LI.
Azomètre nouveau, p. LII.

AUBERT, S.
Origine des eaux du « Brassus », p. LIII.

BARBER.
Anomalie présentée par un foie d'homme, p. XVII.

BENOÎT.
(*) Propriétés particulières du trapèze, p. X et 220.

BIELER, S.
Origines du bétail bovin, p. XV.
Une maladie des pigeons boulants, p. XIX.
Télégonie ou imprégnation (Varigny), p. XXIII.
Oranges incluses, p. XXXIV.
Origine du doigt du cheval, p. XLI.

BLANC, H.
(*) Plankton nocturne du Léman, pl. II, p. XXXIV et 225.

BORGEAUD, A.
Sclerostomum hypostomum, p. XLVIII.

BRUNNER, H.
Action des persulfates, suite, p. XLII.

BUGNION, E.
Lepidoptères exotiques, p. VII.
Nouv. théorie du sommeil, p. XXV.

BÜHRER.
Observat. actinométriques pour 1897, p. XIX.
Tremblements de terre du 22 février 1898, p. XXVI.

DELESSERT.
Haricot sauteur, p. II.
Bolide observé le 19 novembre 1897, p. X.

DUFOUR, Ch.
(*) Division nouvelle du temps et de la circonférence, p. 367.

DUFOUR, H.
Météorologie d'octobre 1897, p. VII.
Observat. actinométriques pour 1897, p. XIX.
(*) Déperdition de l'électricité, p. XXI et 63.
Télégraphie sans fils, p. XXVII.
Observations sur l'héliotropisme, p. XXXV, XLI.
(*) Observations météorologiques pour 1897.
(*) Observations météorologiques pour 1896, p. 85.

DUFOUR, J.
Glandes perlées de la vigne, p. XLVI.

DUSSERRE, Ch.
Sols arables de la commune de l'Isle, p. XLIV.

DUTOIT, C.
Photographie par les rayons X de graines sauteuses de Croton Colliguaya, p. VI.
Télégraphie sans fils, p. XXVII.

EGON DE BESSER, L.
(*) Muscles des doigts et du poignet, action, rétraction, p. 299.

FOREL, AUG.
(*) Parabiose chez les fourmis, p. XLVI et 380.

FOREL, F.-A.
Terrains glaciaires de la Finlande, p. X.
Observations de mirages, p. XII.
Echouage progressif des matières huileuses charriées par les fleuves, p. XIX.

Raz de marée à Grandson, p. XXX.
Origine des eaux du « Brassus », p. XXXVIII et LIII.
(*) Lacs gelés avec flaques d'eau libre, p. 272.
Collection de sables lacustres, p. LIII.

GALLI-VALERIO, B.
(*) Notes helminthologiques, p. XXVIII et 72.
(*) Notes de parasitologie, p. 371.

GUÉBHARD, AD.
(*) La plaque voilée comme enregistreur, fig. 1-13, p. 68.

GUILLEMIN.
Scrutateur électrique, XLVII.

HERZEN.
Fonction trypsinogène de la rate, p. XXXIII.

JACCARD, P.
Son voyage d^s le Turkestan, p. VI.
Fixation de l'azote gazeux par les plantes, p. VII.
Résumé de paléontologie végétale, p. XXXIV.
(*) Monstres organiques et morphologie, p. 402.

KUNZ-KRAUSE.
Analyse par voie capillaire, origine, méthode, application, p. V.
Applications de la réaction de Vitali, p. XXXII.

LADOR.
Chromolithographies, p. XLVII.

LUGEON, M.
Strato-relief des Bauges, p. XXVII.
Carte géologique d'Albertville, p. LIII.

MERCANTON, P.
Grain du glacier et givre en trémies, p. XII.
(*) Phosphorescence des neiges et glaciers, p. XXXI et 231.

MŒHLENBRUCK.
Stéthoscope p^r machines, p. LIII.

MORTON.
Tortues d'Algérie et de Madagascar, p. XXXIX.

PELET, L.
(*) Combustion des calorifères inextinguibles, pl. III, p. 243 et XV.
(*) Combustion dans les poêles à pétrole, pl. IV, p. 287 et XXXIX.
(*) Industrie des matières colorantes artificielles, p. 385.

RENEVIER.
Présentation d'incrustations siliceuses, p. XI.
Visite au musée géologique, p. XXXVI.

REY, G.
(*) Rapport présidentiel p^r 1897, p. 78.

ROUX.
Nouveaux objectifs Zeiss (Planars), p. XXXI.

SCHARDT, H.
Origine des grands lacs du Jura, p. I.
Fossile nouveau pour la Suisse, p. XIX.
Rectification d'un compte-rendu de la séance du 2 juin 1897, p. XXI.
Stratigraphie du calcaire d'Arvel, p. XXI.
Détails tectoniques des Cornettes de Bise, p. XXIV.
(*) Les régions exotiques du N. des Alpes suisses, pl. I, p. 114.
Origine des sources de Chamblon, p. XLIX.

SCHENK, A.
(*) Sépultures néolithiques des environs de Lausanne, p. 1 et XIV.
Ethnogénie des populations helvétiques, p. XL.
(*) Ossements du cimetière burgonde de Vouvry, p. 279.

WILCZECK.
Toxicité des graines d'Euphorbes, p. XVII.
Développement anormal d'un citron, p. XLVII.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES SCIENCES NATURELLES

4e S. — Vol. XXXIV.

N° 127.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 13 figures hors texte, en phototypie, et 9 figures dans le texte.
Prix : 2 fr. 50.

Contenu : Pages

Alexandre Schenk. — Description des restes humains provenant des sépultures néolithiques des environs de Lausanne (9 fig.) 1

Henri Dufour. — Observations sur la déperdition de l'électricité 63

Adrien Guébhard. — De l'emploi de la plaque voilée comme enregistreur (13 fig.) 68

Dr Bruno Galli-Valerio. — Notes helminthologiques 72

G. Rey. — Rapport annuel sur la marche de la Société pendant l'année 1897 78

H. Dufour. — Observations météorologiques en 1897. *(Les Observations de 1896 paraîtront dans le N° 128, Juin.)*

PROCÈS-VERBAUX du 3 novembre 1897 au 19 janvier 1898.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1911
275778
NATIONAL MUS.

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Mars 1898.

COMITÉ POUR 1898

Président :	MM. Borgeaud, A., dir. des Abattoirs,	Lausanne.
Vice-Président :	J. Amann, pharmacien,	id.
	Bugnion, E., prof., Souvenir,	id.
	Jaccard, Paul, av. de Menthon 12,	id.
	P. Vionnet, av. Bergières,	id.
Secrétaire :	Pelet, L., La Laurelle, Valentin,	id.
Bibliothécaire :	Lador, Henri, Musée géologique,	id.
Editeur du Bulletin :	Roux, F., Direct. de l'Ecole Indust.,	id.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Curchod-Verdeil,	id.
	Nicati, pharmacien,	id.
	Rosselet, Chef d'institution,	id.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé, en copie lisible, à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Bibliothécaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., maison de la Consommation, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXXIV. N° 127. 1898.

DESCRIPTION DES RESTES HUMAINS

PROVENANT

DE SÉPULTURES NÉOLITHIQUES

DES ENVIRONS DE LAUSANNE

PAR

ALEXANDRE SCHENK,
Docteur ès sciences, Assistant de Zoologie et d'Anatomie comparée
à l'Université de Lausanne.

Jusqu'à présent, la Suisse n'a pas fourni, comme d'autres pays, des restes humains ou des débris d'industrie se rapportant au commencement ou au milieu des temps quaternaires, aux époques chelléenne, acheuléenne, moustérienne et solutréenne : les glaciers qui couvraient tout le sol de notre pays ne permettaient pas à l'homme de s'y établir. C'est vers la fin du quaternaire, la plaine étant alors dégarnie de son manteau de glace, que sont apparus les hommes magdaléniens. Les débris de faune et les objets caractéristiques que l'on rencontre dans plusieurs gisements démontrent sans conteste cette immigration.

Les quelques stations helvétiques bien connues se rapportant à cette dernière époque paléolithique sont celles de Veyrier, au pied du Salève, dans la Haute-Savoie, du Scé près de Villeneuve, du Moulin de Liesberg, entre Delémont et Laufen, de Belle-Rive entre Soyhières et Delémont, de Thayngen entre Constance et Schaffhouse, et enfin celle du Schweizersbild, au nord de Schaffhouse, dernièrement explorée par M. le Dr Nuesch. Si de toutes ces stations, aucune n'a fourni des squelettes humains, les objets de l'industrie magdalénienne y sont par contre nombreux et variés ; ce sont des couteaux, scies, aiguilles, harpons, marteaux, en os de renne ou en silex, mais jamais polis, ni perforés ; enfin des dessins intéressants, gravés sur des bois de ren-

nes, révèlent un certain sentiment artistique chez ces populations disparues.

Ces Troglodytes magdaléniens des stations helvétiques ont dû probablement appartenir à la même race que ceux qui ont été découverts en France et qui, d'après les squelettes de *Laugerie-Basse* et de *Chancelade*, possédaient une taille moyenne de 1m60, un crâne dolichocéphale assez volumineux à indice céphalique de 72, des crêtes temporales peu divergentes, des os malaires projetés en dehors indiquant une face large, des orbites mésosèmes, un orifice nasal étroit à bord inférieur tranchant, une région sous-nasale peu élevée et non prognathe. La mâchoire inférieure présentait un menton très accusé et très proéminent.

Jusqu'à présent, aucun exemplaire de cette race magdalénienne, contemporaine du renne et des derniers mammouths, n'a été trouvé dans les stations paléolithiques de la Suisse, et leurs descendants directs, les hommes de la race de *Baumes-Chaudes-Cromagnon*, n'ont pas encore été signalés au sein des sépultures néolithiques. Du reste, si les débris des Troglodytes magdaléniens font complètement défaut en Suisse, cela n'a rien de surprenant, puisque ces anciennes populations n'avaient aucun respect des morts; ceux-ci étaient purement et simplement abandonnés. Aucune trace de sépulture se rapportant à cet âge n'a été jusqu'ici rencontrée. En outre, l'agriculture et les animaux domestiques faisaient totalement défaut; l'homme ne vivait que des produits de la chasse et de la pêche et les Magdaléniens accomplissaient de grands voyages, toujours à la recherche du gibier.

Une preuve directe de ces migrations nous est fournie par la présence, dans les stations de Thayngen et du Schweizersbild, de coquilles fossiles tertiaires provenant des bassins de Vienne en Autriche, des environs de Bordeaux, d'Ulm ou de Mayence.

« Une autre preuve que les hommes de l'époque de la Madeleine abandonnaient souvent leurs stations, dit M. Gabriel de Mortillet, c'est que dans plusieurs d'entre elles nous rencontrons des débris de coprolithes d'hyène ou des os rongés par cet animal. Bien certainement il ne s'est pas introduit dans la station pendant qu'elle était habitée. Il a profité d'un moment où elle se trouvait abandonnée.

» Cet abandon, parfois, a duré fort longtemps, des séries d'années, c'est ce qui fait que, dans certains gisements, les cou-

ches magdaléniennes sont séparées par des couches stériles plus ou moins abondantes ou par des nappes de stalagmites.

» Il faut donc en conclure que l'homme magdalénien était éminemment nomade [1]. »

Par leurs caractères anatomiques, aussi bien que par leurs mœurs et leurs industries, les Troglodytes de la Madeleine se rapprochent des Esquimaux, habitants du Groënland et du Labrador, et il n'est pas douteux que les peuples hyperboréens et les premiers habitants du sol helvétique aient une communauté d'origine.

* * *

A la fin de la période quaternaire, au commencement des temps néolithiques, la température s'adoucissant, le renne s'est retiré vers les régions polaires et une partie de l'ancienne population magdalénienne a émigré avec lui. Les modifications climatériques ont amené des changements concomitants dans les procédés de l'industrie et par suite dans l'ensemble des mœurs ; de nouvelles populations venant probablement du centre de l'Asie apportèrent avec elles les céréales et introduisirent les premiers animaux domestiques, le chien, le bœuf, la chèvre, le mouton et le porc ; le cheval paraît n'avoir été domestiqué que vers la fin de la période. L'agriculture est en même temps apparue et n'a pas tardé à prendre un grand développement.

Au commencement des temps néolithiques, le renne devenant de plus en plus rare a été remplacé par le cerf. Il faut admettre qu'à cette époque les forêts étaient pour ainsi dire peuplées de ces animaux et que leur chasse, malgré l'insuffisance des engins qui étaient à la portée de ces anciens chasseurs, ne présentait pas de grandes difficultés [2] ; les stations lacustres à elles seules en fournissent de nombreux restes. La corne et les os du cerf ont fourni une grande quantité d'objets divers, tels que hameçons, harpons, gobelets, grains de collier, pendeloques, aiguilles, flèches, armes et outils, etc.

Toutefois, la corne du cerf se taillant plus difficilement que celle du renne, il s'ensuit que les instruments faits de cette nouvelle matière première, tels que les harpons à grandes barbelu-

[1] G. de Mortillet, *Le Préhistorique. Antiquité de l'homme.* Paris, 1885. Page 477.

[2] Dr V. Gross, *Les Protohelvètes.* Paris, Bær, 1883.

res, par exemple, sont beaucoup plus grossiers que ceux de l'époque magdalénienne.

Petit à petit, les anciennes haches taillées disparaissent, faisant place d'abord au tranchet et ensuite seulement à la hache en pierre polie, d'abord de petite dimension et mal façonnée, constituée par des roches locales (serpentine, diorite, saussurite, etc.,) puis enfin ces haches deviennent plus nombreuses et plus grandes, formées souvent de roches étrangères (néphrite, jadéite, chloro-mélanite). L'on trouve également de cette période des haches-marteaux perforées, des objets en bois et en corne variés et excessivement bien travaillés.

Les poteries, d'abord massives, simples, d'une pâte grossière, sont remplacées plus tard par une poterie plus fine, revêtant des formes plus élégantes et présentant déjà des essais d'ornementation.

Les objets de parure sont représentés par des coquilles marines, des dents percées à la racine pour être suspendues, des anneaux en pierre jouant le rôle de bracelets, des pendeloques de matières diverses telles que des os, des pierres percées, des cailloux noirs et brillants, des bouts d'andouiller percés à leur sommet et enfin des perles et boutons de diverse nature, portés en collier.

Les populations de cette période néolithique étaient sédentaires. Pour se mettre à l'abri des bêtes fauves et se préserver peut-être contre de nouveaux envahisseurs, elles se construisaient des habitations terrestres ou lacustres, celles-ci appelées aussi palafittes; bien qu'elles aient été trouvées dans d'autres pays, la Suisse est restée, on le sait, leur terre classique.

Cette période nous montre enfin, pour la première fois, des sépultures de formes diverses qui nous enseignent toujours que les morts étaient enterrés avec beaucoup de respect. En effet, les nombreux restes d'industrie associés aux ossements humains, dans les dolmens, les grottes naturelles ou artificielles, y ont été déposés dans l'espérance que quelque chose pouvait survivre chez les défunts et que ces biens ainsi mis à leur portée pourraient leur être utiles une fois ou l'autre. Grâce à ce mode d'inhumation, le mobilier funéraire de ces anciennes populations est parvenu jusqu'à nous.

* * *

Les restes humains les plus anciens découverts jusqu'ici en

Suisse ont été trouvés au fond de l'eau, pêle-mêle avec l'outillage des premières constructions palafittiques de l'âge de la pierre polie et proviennent des individus noyés par accident[1]; quelques-uns d'entre eux pourraient même avoir été apportés là comme trophées de guerre. Ces documents sont donc peu nombreux, et si les caractères anatomiques des constructeurs des palafittes néolithiques sont à peine connus, c'est justement parce que ces populations ensevelissaient leurs morts dans des cimetières situés en général dans le voisinage du rivage, soit sur la plage, soit quelquefois sur de petites collines. Si ces lieux de sépultures sont rares, c'est probablement parce que les minages profonds et la culture ont dû les détruire pendant le cours des siècles.

Ces différentes considérations m'ont fait penser qu'il y aurait quelque intérêt à réunir de nouveaux documents sur l'ethnologie des anciennes populations de notre pays

En 1876, M. le Dr Victor Gross décrivait une sépulture collective découverte à Auvernier et ayant appartenu aux populations lacustres de la période de transition de la pierre au bronze. En 1880 et 1881, les fouilles faites par M. Morel-Fatio[2] dans la propriété de M. J. Barbey, à Chamblandes, avaient amené la découverte d'une série de sépultures, toutes identiques.

Ces constructions, orientées de l'Est à l'Ouest, mesuraient environ un mètre de long sur cinquante centimètres de large et de profondeur; les parois étaient formées par quatre dalles d'une pierre assez bien travaillée en calcaire des Alpes ou en grès dur feuilleté du ravin de la Paudèze; une cinquième aplanie au-dessous, restée à l'état brut à sa face supérieure, recouvrait le tout; le sol naturel servait de fond. Ces sépultures, ainsi que celles découvertes à peu près en même temps par le Dr Marcel à Verney sous Pully, renfermaient quelquefois deux, trois et même cinq individus, sans que pour cela la dimension de la tombe se trouvât modifiée.

[1] Ces restes, trouvés parmi les pilotis et dans la vase des ténevières, appartient en majorité à des femmes et à des enfants, lesquels seraient tombés à l'eau par accident ou peut-être pendant l'incendie des habitations.

[2] *Anzeiger für Schweizerische Alterthumskunde.* Zurich, 1880. Pages 45 et 46, et 1882, pages 221-225.

Les squelettes recueillis dans ces sépultures étaient, pour la plupart, en fort mauvais état et se trouvaient entourés d'objets divers, tels que des défenses de sanglier, percées de trous à leurs deux extrémités et devant servir d'ornements. Ces défenses superposées formaient, d'après M. Morel-Fatio, un double plastron sur la poitrine du squelette, ou, comme le pensait aussi le Dr Marcel, un ornement en ceinture. A ces objets il faut encore ajouter l'ocre jaune et l'ocre rouge, des coquillages marins (*Tritonium nodiferum* Lam. et *Pectunculus pilosus* L.) provenant des bords de la Méditerranée et perforés également de deux trous, des fragments de crâne humain, travaillés de main d'homme et jouant le rôle d'amulettes ; des grains d'un collier formé de petites perles taillées dans des coquilles étaient joints à des grains plus gros en corail. Enfin, ce qui est caractéristique, une de ces tombes renfermait un marteau ou percuteur en pierre, de forme sphérique, légèrement aplati sur deux côtés, ainsi que de petites pierres plates et rondes, semblables à des fusaïoles non perforées.

D'autres fouilles faites plus tard au même endroit ont amené la découverte d'une belle hache-marteau perforée, en serpentine et admirablement polie. Deux nouvelles tombes découvertes à Chamblandes en 1894, et constituées absolument de la même façon que les précédentes, renfermaient également des amulettes et des colliers en rondelles d'os, des grains d'un collier composé de toute une série de petits disques en jayet, variété de lignite provenant des régions du nord-est de l'Europe, des morceaux d'ocre jaune et de galène, des mâchoires et divers fragments d'os de rongeurs.

Les squelettes qui s'y trouvaient étaient malheureusement encore en mauvais état.

En 1894 et en 1895, d'autres cimetières furent découverts au Châtelard et à Montagny sur Lutry, et ces dernières sépultures, formées encore par cinq dalles et semblables à celles de Chamblandes, doivent incontestablement appartenir à la même époque, car elles ont fourni des objets divers, caractéristiques de la période néolithique.

A elles seules, les sépultures de Montagny sur Lutry ont donné les objets suivants :

1° Un assez grand nombre de haches polies, en général bien travaillées, mais plutôt de petites dimensions (longueur variant entre 3 et 10 centimètres) et toujours constituées par des roches

indigènes[1]; elles paraissent se rapprocher beaucoup de celles découvertes dans la palafitte néolithique de Chevroux.

2° Plusieurs emmanchures ou gaines de haches et de ciseaux en bois de cerf. Ces gaines sont souvent à talon, droites ou bifurquées ; des fragments d'andouillers préalablement coupés.

3° Des ciseaux et des pointes de flèche en os.

4° Des fusaïoles en pierre.

5° Des débris de poterie.

Ces poteries, représentant des écuelles, sont façonnées à la main et complètemeut dépourvues d'ornementation ; la pâte de couleur noire à l'intérieur, plutôt grise à l'extérieur, en est faite d'une argile grossière, plus ou moins mal pétrie et parsemée de petits grains blanchâtres de quartz et de sable ; elles sont remarquables aussi par l'extrême épaisseur du fond et des parois.

Quant aux fusaïoles, elles prouvent une fois de plus que ces populations reculées se tissaient déjà des vêtements, probablement en fil de lin *(Linum angustifolium)*, plante originaire de l'Asie et introduite chez nous en même temps que les animaux domestiques.

Des ustensiles analogues à ceux que je viens d'énumérer avaient été exhumés autrefois déjà de trente tombes du Châtelard sur Lutry, mais on ignore aujourd'hui ce qu'ils sont devenus. De même les sépultures de Pierra-Portay (localité voisine de Chamblandes), décrites autrefois par Fréd. Troyon[2], renfer-

[1] Ces haches, d'après M. le professeur Dr Schardt qui a bien voulu les examiner, sont toutes faites avec des roches vertes rentrant dans la catégorie des roches gabbroïdes serpentinisées et saussuritisées. Elles sont toutes extrêmement dures et résistantes, ce qu'elles doivent à leur structure fibreuse résultant de la recristallisation de leurs composants primitifs. Toutes ont leur origine dans nos Alpes (Valais) et ont été choisies dans le matériel erratique glaciaire du Plateau suisse et du pied du Jura.

[2] Troyon, *Description des tombeaux de Bel-Air*. Lausanne. 1841. Page 11. « Sur les bords du Léman, à l'orient de Lausanne, s'élève la » colline de Pierra-Portay. Des vignerons rencontrèrent, en 1826, de » larges dalles posées de champ : ces tombeaux construits de pierre » calcaire des Alpes, larges d'environ deux pieds et longs de trois à » quatre, renfermaient dans un vide plus ou moins profond des ossements » humains. Dans quelques-unes de ces tombes reposaient les débris de » deux squelettes. La plus grande en avait quatre. Auprès des ossements » d'un enfant se trouvait une lame en silex, affilée et tranchante des

maient, elles aussi, différents instruments de l'âge de la pierre polie.

Les objets trouvés à l'intérieur de ces sépultures ou cistes de pierre permettent de les rapporter au plein de la période néolithique, à l'époque robenhausienne de M. Gabriel de Mortillet.

Comme le pensait Morel-Fatio, les cimetières de Chamblandes, de Verney, du Châtelard et de Montagny sur Lutry, ainsi que les sépultures de Pierra-Portay, doivent être considérés comme le type consacré des inhumations lacustres à l'époque néolithique.

Du reste, ces sépultures ne sont pas uniques en leur espèce, M. de Mortillet en a vu de semblables au milieu de la région des grands dolmens du Plouarzel dans le Morbihan, et le Dr Prunières a décrit un cimetière de ce genre dans la Lozère[1].

Ces cimetières ont certainement reçu les restes des habitants des anciennes palafittes qui se trouvaient dans ces régions, comme le témoignent encore de nombreux pilotis placés immédiatement au dessous de Chamblandes.

Le Dr Koehl a découvert, en 1895, près de Worms, un très grand nombre de tombes de la période néolithique, semblables par leur contenu à celles de Chamblandes, du Châtelard et de Montagny sur Lutry. Ces sépultures renfermaient des vases, des bracelets en ardoise, d'autres objets de parure en pierre, des coquilles, des défenses de sangliers percées, ainsi que des fragments d'ocre jaune ou rouge.

Les tombes de femmes contenaient presque toujours des petites meules de pierre, celles des hommes des instruments de silex, des haches polies, des haches-marteaux perforées, des ciseaux, des couteaux, des grattoirs. De nombreux ossements d'animaux, provenant de l'alimentation, accompagnaient les morts.

Ces tombes n'étaient cependant pas constituées par des dalles, ni par aucune juxtaposition de pierres ou autres matériaux. Les crânes bien conservés, recueillis dans ces sépultures, sont au nombre de 12.

» deux côtés. Plus loin, l'on découvrit un fragment de stéatite, aplati et » évidemment taillé sur les bords. Ces armes en pierre et l'absence » d'autres objets nous font assurément remonter à cette époque reculée, » où les métaux n'étaient pas travaillés. »

[1] G. de Mortillet, *Le Préhistorique*. Page 597.

Les crânes ou les fragments de crânes dont la description suit sont au nombre de 13, nombre évidemment trop restreint pour que l'on en puisse tirer des conclusiens absolument certaines, mais suffisant cependant pour nous donner quelques idées générales sur ces anciennes populations. Ayant eu l'occasion d'étudier les crânes lacustres provenant des stations de Chevroux (âge de la pierre polie) et de Corcelettes (âge du bronze), j'ai pensé qu'il ne serait pas inutile de les décrire à nouveau, les descriptions qu'en ont données MM. Studer et Bannwarth étant très succinctes [1].

Les mesures prises sur chacun de ces crânes l'ont été au moyen du compas glissière ou du compas d'épaisseur et du ruban métrique, d'après les *Instructions crâniologiques et crâniométriques de la Société d'anthropologie de Paris*, rédigées par Broca. Ces mesures nous ont donné les indices suivants :

Indice de largeur (dit indice céphalique) : Diamètre transversal maximum multiplié par 100 et divisé par le diamètre antéro-postérieur maximum. — *Indice vertical de longueur* (ou indice de hauteur-longueur) : Diamètre vertical multiplié par 100 et divisé par le diamètre antéro-postérieur maximum. — *Indice vertical de largeur* (ou indice de hauteur-largeur) : Diamètre vertical multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse maximum. — *Indice frontal* (stéphanique de Broca) : Diamètre frontal inférieur, ou minimum, multiplié par 100 et divisé par le diamètre frontal supérieur ou stéphanique (qui est presque toujours le diamètre frontal maximum). — *Indice facial n° 1 :* Ligne naso-alvéolaire multipliée par 100 et divisée par le diamètre bi-zygomatique. — *Indice facial n° 2 :* Ligne ophryo-alvéolaire multipliée par 100 et divisée par le diamètre bi-zygomatique maximum. — *Indice orbitaire :* Diamètre de hauteur multiplié par 100 et divisé par le diamètre transverse. (Abandonnant le point dacryon, presque toujours trop profondément situé, les diamètres de l'orbite ont été mesurés des bords internes. La notation de la largeur orbitaire sera donc légèrement augmentée, augmentation qui ne dépasse guère un millimètre, mais qu'il est bon de signaler pour que l'on puisse apprécier les variations possibles de l'indice orbitaire.) — *Indice nasal :* Diamètre transverse maximum de l'ouverture nasale multiplié par 100 et divisé par la hauteur (de la racine du nez à la base de l'épine

[1] *Crania helvetica antiqua.* Leipzig, 1894.

nasale). — *Indice occipital :* Diamètre transversal maximum du trou occipital multiplié par 100 et divisé par le diamètre longitudinal. — *Indice palatin :* Diamètre transversal maximum de la voûte palatine multiplié par 100 et divisé par le diamètre longitudinal maximum. — *Indice du prognathisme* (Flower) : Ligne alvéolo-basilaire multipliée par 100 et divisée par la ligne naso-basilaire.

La capacité cranienne a été calculée toutes les fois que cela a été possible par le procédé de l'indice cubique, c'est-à-dire en divisant le demi-produit des trois diamètres (antéro-postérieur maximum, transversal maximum et basio-bregmatique) par le nombre ou indice obtenu par M. Manouvrier[1] dans ses recherches sur l'indice cubique du crâne, soit 1,14 pour les hommes et 1,08 pour les femmes, comme représentant le rapport de la capacité réelle au demi-produit des trois diamètres.

*
* *

Je prie, en terminant, M. le professeur A. de Molin, conservateur du Musée d'archéologie, de recevoir mes remerciements pour l'obligeance avec laquelle il a mis à ma disposition le matériel dont l'étude va suivre, — ainsi que M. Eugène Pitard, professeur à Genève, qui a bien voulu se charger de dessiner stéorographiquement les crânes de Chevroux et de Corcelettes.

Crânes du Châtelard sur Lutry.

Le cimetière du Châtelard sur Lutry est situé dans les vignes de ce nom, au levant de Lutry. Découvert aux environs de 1860, une trentaine de tombes avaient été fouillées, dans lesquelles se trouvaient deux grandes pointes de lance en silex et deux pierres sphériques percées chacune d'un trou. Les sépultures découvertes en 1894, dépourvues d'objets d'industrie, contenaient des débris de squelettes, dont six crânes plus ou moins bien conservés.

Crane N° 1 (24 482 du Musée archéologique).

Ce crâne mal conservé est incomplet ; les temporaux, les os de la base du crâne et de la face manquent totalement. Il provient d'un individu féminin très âgé ; toutes les sutures complètement

[1] L. Manouvrier. *Sur l'indice cubique du crâne* (Association française pour l'avancement des Sciences, 1880.)

oblitérées sont invisibles, excepté une faible portion de la moitié droite de la coronale ; la suture sagittale est placée dans sa moitié postérieure au fond d'une forte dépression formant gouttière. La surface du crâne, irrégulière, présente un certain nombre de bosses et de petites cavités ; les saillies musculaires sont peu développées ; l'épaisseur des os est faible.

La comparaison des diamètres antéro-postérieur et transverse maximum nous montre un crâne franchement dolichocéphale avec un indice assez faible de 72,53.

Vu de face, le crâne présente un frontal étroit, brisé à sa partie inférieure, plutôt bas, allongé, avec des bosses frontales peu développées et des crêtes musculaires temporales divergentes.

La vue de côté montre une courbe antéro-postérieure d'abord verticale, puis qui s'infléchit sensiblement à partir d'un point situé à 10 mm. au-dessus des bosses frontales ; en arrière, vers le milieu de la suture sagittale qui est assez allongée, la courbe s'incline fortement jusqu'au lambda. L'écaille de l'occipital bien développée est transversalement comprimée, mais ne forme pas chignon. La ligne temporale n'est bien visible qu'à son origine, mais paraît assez élevée ; la saillie iniaque est nulle.

Vue d'en haut, la tête offre une forme elliptique très allongée, sans saillie appréciable des bosses pariétales ni de l'occiput, avec un rétrécissement assez marqué des régions frontale et iniaque. Les trous pariétaux existent.

La norma postérieure montre un crâne assez élevé, asymétrique, à voûte légèrement ogivale, aux parois latérales tombant verticalement. Les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont invisibles.

Ce crâne, malgré l'étroitesse relative de son front, appartient au type de Hohberg de His et Rütimeyer, à la race dolichocéphale néolithique des anthropologistes français.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum . . .	182 mm.
» transverse » . . .	132
» frontal » . . .	117
» frontal minimum	93
Courbe frontale totale	130
» pariétale	120

Indices.

Indice céphalique . . .	72,53
» frontal	78,63

Crane N° 2 (24 481 du Musée archéologique).

Ce crâne appartient à un individu masculin dans la force de l'âge ; toutes ses sutures assez compliquées (surtout la coronale sur les côtés) sont largement ouvertes. L'occipital, le temporal gauche et les os de la face manquent ; les arcades zygomatiques sont brisées. Les crêtes musculaires bien marquées ne sont cependant pas très développées ; les os ne sont pas très épais.

Les diamètres antéro-postérieur et transverse maximum, approximativement mesurés, donnent un indice céphalique dolichocéphale de 76,66.

Vu de face, le front est bas et étroit avec des crêtes musculaires temporales fort peu divergentes ; les bosses frontales bien dessinées sont relativement peu distantes l'une de l'autre. Les arcades sus-orbitaires saillantes sont surtout développées du côté de la glabelle, qui est elle-même proéminente. Le frontal présente une légère voussure médiane, et la voûte cranienne un contour nettement ogival. Les sinus frontaux sont volumineux. La racine du nez un peu enfoncée est placée sur un espace interorbitaire large; les bords sus-orbitaires tranchants sont fortement recourbés en dehors et les trous sus-orbitaires sont remplacés par une échancrure, caractère se rencontrant très fréquemment sur les crânes préhistoriques

La vue latérale du crâne montre une courbe antéro-postérieure d'abord presque verticale, puis s'infléchissant doucement à partir d'un point situé à 9 mm. au-dessus des bosses frontales jusqu'à 2 mm. au-devant du bregma. La courbe est complètement plane sur une longueur de 55 mm, ; du milieu de la suture sagittale, elle descend d'abord faiblement, puis brusquement jusqu'au lambda. Les courbes frontale totale et sagittale sont bien développées ; le ptérion est normal, la ligne temporale bien distincte est assez élevée. L'apophyse mastoïde en mauvais état paraît ne pas avoir été très grosse.

Vu d'en haut, le crâne offre la forme d'une ellipse allongée et régulière avec un rétrécissement notable de la région frontale qui est relativement fort étroite. Les bosses pariétales sont peu marquées ; les trous pariétaux existent.

La norma postérieure montre une voûte ogivale, à parois latérales verticales.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum .	180 mm. (?)
» transverse » .	138
» frontal » .	103
» » minimum	94
Courbe frontale totale	128
» pariétale	120
Largeur bi-orbitaire externe	99,5
» interorbitaire	24

Indices.

Indice céphalique . . .	76,66
» frontal	91,26

CRANE N° 3 (24 477 du Musée archéologique).

Cette tête très incomplète n'est représentée que par la calotte cranienne : seuls, les pariétaux sont entiers, l'occipital et le frontal n'existent qu'en partie. Elle a appartenu à un individu masculin âgé, car toutes les sutures sont complètement oblitérées ; les os sont épais et les saillies musculaires bien marquées.

La capacité cranienne paraît avoir été volumineuse, le diamètre transverse maximum mesure 156 mm., et le diamètre stéphanique 130 mm. ; cependant le front est fuyant et le diamètre antéro-postérieur maximum approximativement mesuré ne devait pas être inférieur à 200 mm. Ce crâne serait donc mésaticéphale. Les courbes pariétale et lambdo-iniaque sont bien développées ; l'inion est extraordinairement saillant ainsi que la ligne courbe occipitale supérieure. Les bosses pariétales sont bien développées.

La vue de profil montre une courbe pariétale plane dans sa moitié antérieure et fortement oblique dans sa moitié postérieure jusqu'au lambda ; l'écaille de l'occipital bien développée n'est cependant pas projetée.

La norma verticale offre une forme fortement ovale, à diamètre transversal maximum situé au milieu de la région pariéto-temporale avec un rétrécissement excessivement marqué de la région iniaque.

La norma postérieure montre un crâne haut, à contour supérieur ogival.

Le maxillaire inférieur bien conservé est presque entier, la

partie supérieure de la branche montante droite fait seule défaut. Son ossature est ferme, son épaisseur maximale est de 17,5 mm., sa hauteur atteint 33 mm. à la symphyse, elle est de 28 mm. au niveau de la deuxième vraie molaire. L'arcade alvéolaire est régulièrement parabolique, elle porte des dents faiblement usées, bien conservées et non projetées en avant ; les incisives sont petites, les deux premières vraies molaires manquent et les alvéoles sont oblitérées.

Le point mentonnier est saillant et les deux apophyses géni sont fortement développées.

La branche montante est peu inclinée, son bord postérieur est très oblique; l'apophyse coronoïde est mince, le condyle gros est refoulé en arrière, l'échancrure sigmoïde est bien découpée.

Mensurations.

Diamètre-antéro postérieur maximum	200 mm. (?)
» transverse »	156
» frontal »	130
Courbe pariétale	150
» lambdo-iniaque	65

Mandibule.

Diamètre bi-angulaire			86
Ecartement des 2es molaires			45
» canines			22
Distance angulo-symphisaire			98
Branche montante	Hauteur minimum		46
	Largeur	transversale	40
		oblique	37
Branche horizontale	Hauteur	à la symphise	36
		à la 2e molaire	28
	Epaisseur	à la symphyse	15
		à la 2e molaire	13

Indices.

Indice céphalique . . . 78 (?)

CRANE N° 4 (24 479 du Musée archéologique).

Crâne représenté par sa partie supérieure seulement. Les sutures coronale, sagittale et lambdoïde sont fermées, mais non complètement oblitérées ; les dentelures ne sont pas très compliquées ; la moitié postérieure de la suture pariétale est placée

au fond d'une forte dépression. La partie cérébelleuse de l'occipital est incomplète, une faible partie du pariétal gauche, une petite portion de la même moitié du frontal, les temporaux, le sphénoïde et le squelette de la face font défaut. Les lignes musculaires bien marquées sont cependant peu développées. Sexe incertain.

Le rapport des diamètres antéro-postérieur et transverse maximum donne un indice mésaticéphale de 79,54.

La vue de face montre un front en mauvais état, large, bas, allongé, à lignes temporales peu divergentes ; la partie inférieure du frontal est brisée.

La norma latérale fait voir une courbe antéro-postérieure d'abord faiblement inclinée jusqu'au bregma, atteignant son maximum de développement à 20 mm. en arrière de ce point, d'où elle descend régulièrement sans être interrompue par la partie cérébrale de l'occipital, qui ne forme pas chignon ; les courbes pariétale et occipitale sont peu développées ; l'inion est à peine marqué, les lignes temporales, peu visibles, ne sont pas très élevées.

La norma verticale offre une courbe ovoïde fortement élargie dans la région pariéto-temporale avec un rétrécissement notable de la région frontale. Les bosses pariétales bien dessinées sont relevées.

La vue postérieure présente une forme circulaire interrompue seulement dans sa région supérieure et médiane par la dépression de la suture sagittale ; l'écaille de l'occipital est haute et large et les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont bien marquées.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum . .	176 mm.
» transversal » . .	140
Courbe pariétale	113
» occipitale	110

Indices.

Indice céphalique . . . 79,54

CRANE N° 5 (24 478 du Musée archéologique).

Crâne masculin, assez bien conservé, sauf le temporal gauche et le sphénoïde qui manquent, ainsi que les os de la face. Les sutures crâniennes sont en partie oblitérées.

Le diamètre transversal maximum situé passablement en arrière est assez élevé et sa comparaison avec le diamètre antéro-postérieur donne un indice brachycéphale. Ce crâne ne diffère pas beaucoup des Brachycéphales néolithiques, plus ou moins laponoïdes, et particulièrement des crânes de Grenelle, dont il reproduit les formes.

La vue antérieure montre un front peu projeté en avant, mais s'incurvant rapidement en arrière au niveau des bosses frontales latérales, en se voussant légèrement vers la bosse frontale moyenne.

Les sinus frontaux sont assez volumineux et les arcades sourcilières bien développées; la glabelle est peu prononcée; les bosses frontales latérales à peine marquées sont peu distantes l'une de l'autre. Les crêtes frontales sont sensiblement divergentes, ainsi que le témoigne l'indice stéphanique de 78,62. L'on peut en outre reconnaître un caractère intéressant décrit par les *Crania Ethnica*[1] à propos du crâne n° 4, de la carrière Hélie, à Grenelle: « C'est une vallée oblique en avant et en bas et relativement fort profonde, qui se creuse au niveau de l'articulation du frontal avec le pariétal et la grande aile du sphénoïde, et que limite en arrière et en dessous un renflement sensible de l'écaille occipitale ». La racine du nez est étroite, un peu enfoncée, et les os nasaux sont légèrement projetés en avant.

La voûte crânienne est élevée et arrondie et les os qui la forment se continuent sans aucun ressaut en une courbe antéro-postérieure régulière avec le frontal et l'occipital, avec lesquels ils sont presque complètement soudés. Les courbes frontale totale, pariétale et occipitale sont bien développées.

Vu par en haut, le crâne offre une courbe ovoïde rétrécie à son extrémité antérieure et fortement élargie dans la région pariéto-occipitale, mais il n'affecte en aucune façon une forme franchement globuleuse qui le rapprocherait du type de Disentis.

L'écaille de l'occipital est large, l'inion peu développé et les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont bien dessinées.

[1] A. de Quatrefages et E. T. Hamy, *Crania ethnica. Les crânes des races humaines*. Paris, 1882. Page 122.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum . .	175 mm.
» transversal » . .	148
» frontal » . .	117
» » minimum	94
Courbe frontale totale	120
» pariétale	130
» occipitale	110

Indices.

Indice céphalique . . .	84,57
» frontal	78,62

CRANE N° 6 (24480 du Musée archéologique).

Ce crâne brachycéphale incomplet a appartenu à une femme âgée. Le pariétal et le temporal gauches, une partie du pariétal droit, l'occipital et une portion du sphénoïde manquent; par contre, le squelette de la face est assez bien conservé. La suture coronale est très peu soudée, la sagittale est incomplètement ouverte.

Ce crâne est semblable au précédent, dont il reproduit, en l'adoucissant et la raccourcissant, toute la courbe antéro-postérieure; les sinus sont moins volumineux, les arcs sourciliers sont nuls, le front se projette un peu plus en avant, mais s'incurve rapidement en arrière au niveau des bosses frontales latérales qui se dessinent bien ; la voussure médiane a disparu, la glabelle est plane, légèrement saillante. La vallée oblique située au niveau de l'articulation du frontal avec le pariétal et de la grande aile du sphénoïde, existe encore ici, mais moins accusée que précédemment. Le rapport des deux diamètres frontaux donne un indice de 81,24.

La norma verticale montre un contour ovoïde semblable au précédent, mais sa plus grande largeur, toujours située dans la région pariéto-occipitale, est cependant atténuée. Les crêtes musculaires sont bien marquées.

La vue latérale fait voir un nez concave, fortement projeté en avant, et une mâchoire légèrement prognathe dans sa région sous-nasale.

La vue de face permet de constater que les os malaires sont bien développés et projetés en dehors, constituant une face large; les orbites sont carrées, mésosèmes, avec un indice de

85,13 ; le nez est court, mésorhinien. L'arcade alvéolaire parabolique porte seulement trois dents bien conservées ; la voûte palatine atteint une profondeur de 10 mm. et fournit un indice de 86,36.

Mensurations.

Diamètre frontal maximum	112 mm.
» frontal minimum	91
Courbe frontale totale	115
Largeur bi-orbitaire externe	101
» interorbitaire	22
» bi-zygomatique maximum . . .	122
Hauteur intermaxillaire	17
» naso-alvéolaire	61
» des orbites	31,5
Largeur des orbites	37
Longueur du nez	44
Largeur du nez	23
Longueur de la voûte palatine	44
Largeur » »	37

Indices.

Indice frontal	81,24
» facial	50
» orbitaire . . .	85,13
» nasal	52,27
» palatin	86,36

Crânes de Montagny sur Lutry.

Montagny est un vignoble situé à mi-chemin entre Lutry et Grandvaux à environ 100 mètres au-dessus du niveau du lac.

Les sépultures qui y ont été découvertes en 1895 contenaient 5 crânes en général assez bien conservés et une quantité assez grande d'objets néolithiques.

Crane N° 1 (24 570 du Musée archéologique).

Ce crâne incomplet appartient à un individu masculin ayant atteint toute sa croissance.

La suture coronale est complètement ossifiée, ainsi que la moitié antérieure de la sagittale ; la moitié postérieure de cette dernière, placée au fond d'une dépression, n'est pas complètement oblitérée.

La suture lambdoïde n'est pas fermée ; des os wormiens exis-

tent à l'astérion. Les os de la base du crâne manquent, ainsi que le temporal droit et le squelette de la face. Les crêtes musculaires sont peu développées.

Le rapport des diamètres antéro-postérieur et transverse maximum montre un crâne sous-dolichocéphale avec un indice de 76,84.

Examiné de face, le crâne présente un front droit, large, peu élevé ; les bosses frontales sont faiblement marquées. Les arcades sourcilières peu développées sont presque nulles, les sinus frontaux sont cependant volumineux ; la glabelle plane forme une petite tubérosité. Les bords sus-orbitaires percés d'une échancrure sont légèrement recourbés du côté externe. La racine du nez n'est pas enfoncée. Les crêtes musculaires temporales sont peu divergentes, ainsi que l'indique l'indice frontal, qui atteint 87,82.

La vue de profil montre une courbe antéro-postérieure s'élevant d'abord presque verticalement au-dessus de la glabelle, puis s'infléchissant assez rapidement des bosses frontales jusqu'au bregma ; plane dans le quart antérieur de la suture pariétale, la courbe s'incline fortement depuis cet endroit jusqu'au lambda. L'écaille de l'occipital, bien que projetée en arrière, ne forme pas chignon ; l'inion est très peu marqué. La ligne temporale, bien visible à son origine, disparaît ensuite, mais semble être peu élevée. Les apophyses mastoïdes sont plutôt petites, le ptérion est normal. Les courbes frontale totale et occipitale sont bien développées, la courbe pariétale est relativement courte.

La norma supérieure offre un contour ovale assez allongé, élargi à son extrémité antérieure, avec un rétrécissement bien marqué de la région occipitale ; les arcades sourcilières font à peine saillie, mais les bosses pariétales sont bien développées.

Vu par la norma postérieure, le crâne a l'aspect d'un pentagone élevé ; le lambda est haut, les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure bien marquées.

Bien que les arcades sus-orbitaires soient faibles, ce crâne se rapproche par sa forme du type dit de *Sion*, de His et Rütimeyer.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum	. .	177 mm.
» transverse »	. .	136
» frontal »	. .	115
» » minimum	. . . . .	101

Courbe horizontale totale	503
» sous-cérébrale	15
» frontale totale	135
» pariétale	106
» occipitale	120
Largeur bi-orbitaire externe	104
» interorbitaire.	27

Indices.

Indice céphalique . . .	76,84
» frontal	87,82

CRANE N° 2 (24 572 du Musée archéologique).

Crâne féminin, adulte, bien conservé ; les sutures coronale et lambdoïde ne sont pas fermées ; la suture pariétale est à peu près complètement soudée à partir du tiers antérieur. Les lignes musculaires sont peu saillantes.

La capacité cranienne, calculée d'après le procédé de l'indice cubique, s'élève à 1343 cm³.

La comparaison des diamètres antéro-postérieur et transverse maximum donne un indice mésaticéphale de 79,06.

La norma antérieure présente un front bas, large, aux arcades sourcilières bien développées : la glabelle est un peu proéminente et les bosses frontales relativement peu distantes l'une de l'autre sont bien marquées. Le rapport des diamètres stéphanique et frontal minimum donne un indice de 80.

Le nez passablement allongé est étroit, leptorhinien, sa racine est étroite et un peu enfoncée, les os nasaux sont légèrement projetés et leur adossement se fait suivant un angle obtus ; l'épine nasale saillante est très développée. Les orbites rectangulaires sont mésosèmes, profondes et volumineuses. Les os malaires projetés en dehors constituent une face large ; cependant celle-ci, passablement élevée, a un indice de 55,11.

La vue de profil fait voir une courbe antéro-postérieure s'infléchissant régulièrement à partir d'un point situé au niveau des bosses frontales ; elle atteint son maximum de hauteur à 10 mm. en arrière du bregma, puis elle descend insensiblement jusqu'au lambda sous forme de méplat. L'écaille de l'occipital légèrement projetée ne forme pas chignon, l'inion est faiblement marqué, mais la courbe sous-iniaque bien développée ne permet pas aux

condyles de l'occipital de reposer sur le plan horizontal. Les courbes frontale totale, pariétale et occipitale sont assez bien développées. La ligne temporale n'est nettement visible qu'à son origine; le ptérion est normal et les apophyses mastoïdes sont petites.

Le maxillaire supérieur assez large au niveau de son articulation avec les os malaires est très étroit à sa base (largeur bimaxillaire minimum = 51 mm.) et loge une voûte palatine à la fois profonde et bien développée d'avant en arrière; l'arcade alvéolaire est parabolique et l'indice palatin est de 73,46. Les dents seulement au nombre de quatre sont complètement usées.

La vue d'en haut montre une forme ovale un peu raccourcie, sans saillie appréciable des bosses pariétales, avec une dilatation notable de la région frontale et un rétrécissement assez marqué de la région iniaque. Les arcades zygomatiques sont cryptozyges.

La région préauriculaire du crâne est relativement plus développée que la région postérieure: la courbe horizontale antérieure mesure 270 mm. et le frontal offre d'assez belles dimensions.

La norma postérieure montre un crâne assez élevé avec une courbe légèrement ogivale dans sa région supérieure, à parois latérales presques verticales; les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont bien marquées.

Le trou de l'occipital est gros et les condyles sont bien développés.

Ce crâne mésaticéphale ne proviendrait-il pas, peut-être, de quelque métis, résultant du croisement de la race de *Baumes-Chaudes-Cromagnon*, ou de la *race dolichocéphale néolithique* avec la *race de Grenelle?*

Mensurations.

Capacité cranienne approchée	1343 cm³. (?)
Diamètre antéro-postérieur maximum . .	172 mm.
» transversal » . .	136
» » bi-auriculaire. . .	99
» » bi-mastoïdien. . .	119
» frontal maximum	115
» » minimum	92
» vertical basilo-bregmatique . .	124
Courbe horizontale totale	490
» » préauriculaire . . .	270

Courbe transversale totale	430
» sus-auriculaire	300
» sous-cérébrale	20
» frontale totale	120
» pariétale	110
» occipitale	120
Ligne naso-basilaire	92
Longueur du trou de l'occipital	36
Largeur » »	32
» bi-orbitaire externe	101,5
» interorbitaire	23
» bi-zygomatique maximum	127
» bi-maxillaire »	89
Hauteur intermaxillaire	20
» naso-alvéolaire	70
» ophryo-alvéolaire	90
» des orbites	33
Largeur »	38
Longueur du nez	49
Largeur »	23
Longueur de la voûte palatine	49
Largeur » »	36
Distance du point alvéolaire au trou occipital	85

Indices.

Indice céphalique	79,06
» de longueur-hauteur	72,09
» de largeur-hauteur	91,17
» frontal	80
» occipital	88,88
» facial I	55,11
» » II	70,86
» orbitaire	86,84
» nasal	46
» palatin	73,46
» du prognatisme	92,39

CRANE N° 3 (24 571 du Musée archéologique).

Ce crâne, bien conservé, est celui d'une femme d'environ 40 ans ; il présente des formes gracieuses, aux contours adoucis,

aux lignes régulières. Les sutures coronale et lambdoïde sont ouvertes, la sagittale est soudée dans son tiers postérieur seulement. Les crêtes musculaires sont faibles.

La capacité crânienne, excessiblement faible, n'est que de 1151 cm³.

Le crâne est passablement court de haut en bas et d'avant en arrière : le maxillaire supérieur et l'os malaire droits sont incomplets.

La comparaison des diamètres antéro-postérieur et transverse maximum montre une tête sous-brachycéphale avec un indice de 80,24.

La vue antérieure présente un front large et droit, s'élargissant faiblement au-dessus de son diamètre minimum; les arcades sus-orbitaires sont faiblement saillantes, la glabelle est plane, non proéminente, les bosses frontales sont assez bien dessinées.

Les orbites sont rectangulaires, profondes, mésosèmes, avec un diamètre transversal assez fortement incliné en dehors.

La racine nasale, large, n'est pas du tout enfoncée, l'adossement des os propres du nez se fait sous un angle fortement obtus; la hauteur du nez est faible, son indice est mésorhinien; l'épine nasale qui est brisée paraît avoir été bien développée. Les os malaires fortement projetés en dehors constituent une face large, à la fois basse, avec un indice facial de 51,2. Le diamètre transversal bi-maxillaire maximum atteint 94 mm. Mais cette largeur n'a pu être évaluée qu'en doublant la dimension obtenue du côté gauche; le diamètre bi-maxillaire minimum faible ne dépasse pas 55 mm. L'arcade alvéolaire est parabolique, elle ne porte plus qu'une seule incisive. La voûte palatine est profonde.

Vu de profil, le crâne offre une courbe antéro-postérieure qui s'élève d'abord presque verticalement jusqu'au-dessus des bosses frontales, puis elle s'infléchit régulièrement à partir de ce point jusqu'au bregma; plane dans le tiers antérieur de la suture sagittale, elle s'incurve d'abord faiblement, puis brusquement jusqu'au lambda, elle se continue néanmoins d'une façon régulière jusqu'à la base du crâne sans qu'il y ait un ressaut formé par l'écaille de l'occipital. L'inion est faiblement marqué et le renflement de la courbe sous-iniaque empêche les condyles de l'occipital de reposer sur le plan horizontal. Un prognathisme assez accusé se remarque dans la région sous-nasale du maxillaire

supérieur. Le ptérion est normal, la ligne temporale peu marquée et les apophyses mastoïdes sont petites.

La vue d'en haut montre une forme ovale à extrémité antérieure large, l'extrémité postérieure est un peu plus étroite ; les bosses pariétales sont bien dessinées, mais ne forment pas de saillie appréciable. Arcades zygomatiques cryptozyges.

Examiné par la face postérieure, le crâne présente une forme franchement globuleuse.

Mensurations.

Capacité cranienne approchée.	1151 cm³. (?)
Diamètre antéro-postérieur maximum . .	162 mm.
» transversal » . .	130
» » bi-auriculaire . . .	90
» » bi-mastoïdien . . .	113
» frontal maximum.	100
» » minimum	90
» vertical basilo-bregmatique . .	118
Courbe horizontale totale	473
» » préauriculaire . . .	250
» transversale totale	405
» » sus-auriculaire . . .	285
» sous cérébrale	15
» frontale totale	117
» pariétale	108
» occipitale	107
Ligne naso-basilaire	93
Longueur du trou occipital.	33
Largeur » »	31
» bi-orbitaire externe.	99
» interorbitaire	26
» bi-zygomatique maximum. . .	124
» bi-maxillaire » . .	94
Hauteur intermaxillaire.	18
» naso-alvéolaire.	63,5
» ophryo-alvéolaire	78,5
» des orbites	31
Largeur »	37
Longueur du nez	52
Largeur »	23
Longueur de la voûte palatine.	52
Largeur » »	39
Distance du point alvéolaire au basion . .	93

Indices.

Indice céphalique. . . .	80,24
» de longueur-hauteur	72.84
» de largeur- »	90,76
» frontal	90,5
» occipital	93,93
» facial I.	51,2
» facial II.	63,3
» orbitaire	83,78
» nasal	50,54
» palatin	75
» du prognathisme .	100

CRANE N° 4 (24 573 du Musée archéologique).

Ce crâne, qui paraît avoir appartenu à une femme âgée, n'est représenté que par une partie du squelette de la face et de la base de la boîte cranienne ; cependant un certain nombre de mesures concernant la face peuvent être prises. Celle-ci est basse et large et se rapporte probablement à un crâne brachycéphale.

Les cavités orbitaires sont grosses et profondes, passablement hautes, microsèmes. Le nez, leptorhinien, a une racine étroite et un peu enfoncée, les os nasaux projetés en avant s'adossent suivant un angle aigu ; le bord inférieur de l'ouverture nasale porte une épine bien développée. Les os malaires saillants sont projetés en dehors. Le diamètre bi-maxillaire maximum atteint 100 mm. et son bord inférieur étroit ne mesure que 45 mm. ; l'arcade dentaire est parabolique, toutes les dents manquent et plusieurs des alvéoles sont oblitérés.

La voûte palatine relativement courte est peu profonde ; le trou de l'occipital plutôt petit ; les condyles sont bien développés.

Mensurations.

Longueur du trou occipital.	32 mm.
Largeur » »	28
» bi-orbitaire externe	104
» interorbitaire	20
» bi-zygomatique maximum . . .	128
» bi-maxillaire » . . .	100
Hauteur intermaxillaire	15

Hauteur naso-alvéolaire.	68
» des orbites	34
Largeur »	42
Longueur du nez	44
Largeur »	25
Longueur de la voûte palatine	44
Largeur » »	41
Distance du point alvéolaire au trou occipital.	95

Indices.

Indice occipital. . .	87,5
» facial. . . .	53,12
» orbitaire. . .	80,95
» nasal	47,16
» palatin . . .	93,18

Crânes de Chamblandes.

Chamblandes, je l'ai rappelé plus haut, est une petite localité située entre Lausanne et Pully, près du lac. Plusieurs fois déjà on y a découvert des tombeaux mégalithiques, mais les restes squelettiques qu'ils renfermaient, en général mal conservés, sont fort peu nombreux. Le Musée de Lausanne possède trois crânes et différents ossements provenant de cet ancien cimetière. Ils ont été en partie étudiés par MM. les professeurs Th. Studer et F.-A. Forel.

Crane N° 1 (24 473 du Musée archéologique).

Crâne mal conservé provenant d'une femme âgée, bien que les sutures craniennes ne soient pas complètement oblitérées. L'occipital manque, ainsi que les côtés du frontal, le temporal droit, la base du crâne et le squelette de la face.

Immédiatement on reconnaît un crâne franchement dolichocéphale, et bien que le diamètre antéro-postérieur ne puisse être mesuré, l'indice céphalique ne devait pas être supérieur à 73.

La vue antérieure montre un frontal excessivement bas, assez fuyant, à arcades sourcilières bien dessinées avec une glabelle proéminente et des sinus frontaux développés. La racine du nez est un peu enfoncée et l'espace interorbitaire large. Les bords sus-orbitaires sont rectilignes et tranchants.

La vue de côté laisse voir une courbe antéro-postérieure s'in-

fléchissant doucement à partir d'un point situé à 10 mm. au dessus de l'ophryon ; la courbe est plane dans le quart antérieur de la suture pariétale et descend lentement depuis cet endroit jusqu'au lambda : l'apophyse mastoïde est assez grosse.

La vue d'en haut offre une forme elliptique passablement allongée.

La mandibule, en mauvais état, présente une branche horizontale large et basse ; le point mentonnier bien marqué n'est pas saillant ; les alvéoles des incisives et des canines sont ouverts, ceux des molaires sont complètement oblitérés. La branche montante peu élevée fait avec la branche horizontale un angle faiblement obtus.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum . .	175 (?)
» transversal » . .	128
Courbe frontale totale	112
» pariétale	122
Largeur interorbitaire	25

CRANES N°s 2 ET 3 (13 663 et 24 472 du Musée archéologique).

Ces crânes ont déjà été décrits par MM. Studer et Bannwarth[1] dans les *Crania helvetica antiqua*, mais vu leur lieu d'origine, je crois utile de rappeler leurs principaux caractères :

Le premier, bien conservé, a été découvert en avril 1880 par Morel-Fatio et provient d'une femme âgée ; ses contours sont réguliers et arrondis, ne présentant presque pas de crêtes saillantes ; la suture sagittale est oblitérée dans toute sa longueur, tandis que les sutures coronale et lambdoïde ne le sont qu'en partie. Les os malaires manquent et les arcades zygomatiques sont brisées. Le crâne est sous-dolichocéphale.

La vue antérieure présente un front large, plat et assez élevé ; les bosses frontales sont peu marquées, les arcades sus-orbitaires presque nulles, la glabelle large et plane ne forme pas de tubérosité. La voûte cranienne présente une courbe régulière et bien développée.

Les bords sus-orbitaires sont tranchants et bien recourbés en dehors, pourvus chacun d'une large échancrure. La racine nasale

[1] *Crania helvetica antiqua.* Pages 18-20.

est très large, plate, non enfoncée, l'espace interorbitaire large; les os propres du nez non projetés s'adossent suivant un angle fortement obtus; l'indice nasal est leptorhinien, l'épine nasale bien développée. La face paraît avoir été haute et étroite; l'arcade dentaire est parabolique, les deux prémolaires gauches (la deuxième est cariée) et la troisième molaire droite sont seules présentes; les alvéoles sont complètement oblitérés. La voûte palatine est profonde, étroite et allongée.

La vue de profil fait voir une courbe antéro-postérieure s'élevant d'abord presque verticalement jusqu'au niveau des bosses frontales; elle s'incline ensuite insensiblement jusqu'au bregma; plane dans la moitié antérieure de la suture sagittale, elle est à partir de cet endroit fortement oblique jusqu'au lambda; l'écaille de l'occipital n'étant pas projetée, la courbe se continue régulièrement jusqu'à la base du crâne. L'inion est bien marqué, ainsi que la ligne courbe occipitale supérieure; le fort développement de la courbe sous-iniaque empêche les condyles de reposer sur le plan horizontal. La ligne temporale est peu élevée, les apophyses mastoïdes petites. La vue de côté permet encore de remarquer un léger prognathisme alvéolaire.

La norma verticale offre une courbe régulièrement ovale, sans saillie appréciable des bosses pariétales, élargie dans la région frontale avec un léger rétrécissement de la région occipitale.

Il est certain qu'avec 182 mm. de diamètre antéro-postérieur, 139 mm. de diamètre transversal maximum, 132 mm. de diamètre vertical basilo-bregmatique et 515 mm. de courbe horizontale, la capacité du crâne devait être assez considérable. La région préauriculaire du crâne est relativement plus développée que la région postérieure: la courbe horizontale antérieure mesure 275 mm. et le frontal offre de belles dimensions.

La norma postérieure offre une courbe supérieure arrondie, régulière et bien développée, mais les côtés latéraux presque verticaux convergent en bas.

Le trou de l'occipital a la forme d'un rhombe, les condyles sont bien développés.

D'après Studer, le maxillaire inférieur présente un point mentonnier saillant, la branche horizontale est large et courte, la verticale basse mesure 60 mm.; l'angle de la mâchoire est obtus; les molaires manquent et les alvéoles sont oblitérés.

Mensurations.

Capacité cranienne approchée	1546 cm³. (?)
Diamètre antéro-postérieur maximum. .	182 mm.
» transversal » . .	139 mm.
» vertical-basilo-bregmatique . .	132
» bi-auriculaire	98
» bi-mastoïdien	119,5
» frontal maximum	123
» » minimum.	101
Courbe horizontale totale	515
» » préauriculaire . . .	275
» transversale totale	430
» » sus-auriculaire . .	315
» frontale totale	133
» pariétale	110
» occipitale	122
Ligne naso-basilaire	97
Longueur du trou occipital.	37
Largeur » »	30
» bi-orbitaire externe	103,5
» interorbitaire	26,5
Hauteur intermaxillaire.	17
» de la face (naso-alvéolaire). . .	69
» des orbites	33
Longueur du nez	52
Largeur »	24
Longueur de la voûte palatine	47
Largeur » »	38
Distance du point alvéolaire au trou occipital.	94

Indices.

Indice céphalique. . . .	76,37
» de hauteur-longueur	72,52
» de hauteur-largeur .	94,96
» frontal	82,11
» occipital	81,08
» nasal.	46,15
» palatin	80,85 (?)
» du prognathisme. .	96,67

MM. Studer et Bannwarth décrivent en outre quelques ossements qui appartiennent à cette femme et lui assignent une taille

de 1m42 ; cependant, cette dernière, calculée d'après le mémoire de M. Manouvrier [1], indiquant la correspondance moyenne des longueurs osseuses entre elles et avec la taille, atteint 1m475, déduction faite de deux centimètres pour obtenir la taille, telle qu'elle se mesure sur le vivant. En effet, nous avons les longueurs suivantes :

Un fémur	mesurant	387 mm.	+ 2	= 1490 mm.
Un humérus	»	275	+ 2	= 1476
»	»	275	+ 2	= 1476
Un tibia	»	325	+ 2	= 1537
		Total,		= 5979

Moyenne = 1495 mm. — 20 = 1475 mm.

Le deuxième crâne (N° 3) est masculin, mal conservé : les os de la base du crâne, la moitié du pariétal gauche, le temporal gauche et la même moitié du squelette de la face manquent. Les sutures craniennes ne sont pas oblitérées, la suture métopique existe.

La comparaison des diamètres antéro-postérieur et transversal maximum donne un indice céphalique sous-dolichocéphale de 76, 7.

La norma antérieure montre un frontal bas, assez large, droit, à bosses frontales latérales peu développées ; les arcades sourcilières sont bien marquées et la glabelle forme une tubérosité. Les sinus frontaux sont volumineux, les crêtes temporales peu divergentes. Les bords orbitaires supérieurs sont rectilignes, tranchants, avec une échancrure remplaçant les trous sus-orbitaires. Les orbites sont rectangulaires, microsèmes. La racine du nez peu enfoncée est étroite, les os nasaux incomplets paraissent avoir été projetés et s'adossent suivant un angle aigu.

L'os malaire bien développé est projeté en dehors, indiquant une face large.

La vue de profil montre une courbe antéro-postérieure s'élevant d'abord presque verticalement en arrière et au-dessus des arcades sourcilières jusqu'au niveau des bosses frontales ; puis elle s'infléchit doucement jusqu'au bregma ; plane dans le tiers antérieur de la suture sagittale, elle descend brusquement à partir de ce point jusqu'au lambda ; la partie cérébrale de l'occipital est légèrement projetée en arrière ; les lignes temporales plutôt basses sont peu visibles ; l'apophyse mastoïde est grosse.

[1] Manouvrier, *Mémoire sur la détermination de la taille d'après les grands os des membres.*

Les courbes frontale totale et pariétale sont bien développées.

La vue d'en haut offre une forme régulièrement elliptique, sans saillie appréciable des bosses pariétales avec une dilatation notable de la région frontale et un rétrécissement bien marqué de l'occiput. L'arcade zygomatique est cryptozyge.

Le maxillaire inférieur, en mauvais état, ne permet pas de prendre des mensurations. Toutefois, la branche horizontale, large et passablement élevée, présente un point mentonnier proéminent, des apophyses géni bien développées. Les molaires sont bien conservées, les alvéoles des canines et des incisives, ouverts, sont profonds. La branche montante est courte et fait un angle fortement obtus avec la branche horizontale.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum . .	182 mm.
» transversal » . .	139
» frontal » . .	113
» » minimum	98
Courbe frontale totale	120
» pariétale	130
Largeur bi-orbitaire externe	107
» interorbitaire	25

Indices.

Indice céphalique . . .	76,7
» frontal	86,72

Des ossements provenant aussi de Chamblandes, mais appartenant à d'autres individus ont encore été décrits par MM. Studer et Bannwarth, qui leur attribuent des tailles de 1m46 et 1m51 ; ces dernières, calculées par la méthode de Manouvrier, sont cependant un peu plus élevées et atteignent 1m683, 1m579, et 1m585, déduction faite de 2 centimètres pour obtenir la taille telle qu'on la mesure sur le vivant.

En effet, le nombre total des os longs des membres, provenant d'individus masculins, pouvant servir à la reconstitution de la taille est de 3 seulement, 1 fémur et 2 tibias. Nous avons :

N° 1. Fémur, longueur = 468 mm. + 2 = 1703. Taille cadavre. 1703 mm. — 20 = 1m683. Taille vivant.

N° 2. Tibia, longueur = 336 mm. + 2 = 1599. Taille cadavre. 1599 mm. — 20 = 1m579. Taille vivant.

N° 3. Tibia, longueur = 338 mm. + 2 = 1605. Taille cadavre. 1605 mm. — 20 = 1m585. Taille vivant.

3 hommes. Taille moyenne vivant = 1m613.

Si nous mettons en regard la longueur de la taille de la vieille femme de Chamblandes avec les dimensions obtenues par M. Kollmann[1] sur trois femmes pygmées de la station néolithique du Schweizersbild (taille évaluée d'après la méthode de Manouvrier), nous voyons que la taille de la femme de Chamblandes était légèrement plus élevée que la taille moyenne des femmes du Schweizersbild.

D'autre part, la comparaison de la taille des hommes de Chamblandes avec celle des hommes du Schweizersbild et de Baumes-Chaudes nous montre que ces derniers étaient un peu plus grands.

Provenance	Nos	Sexe	Ossements	Longueur	Taille
Schweizersbild. .	2	♀	Fémur	369	1416
» . .	12	♀	»	355,2	1355
» . .	14	♀	»	393	1500
» . .	Moyenne		—	—	1424
Chamblandes. . .	2	♀	Fémur	387	1470
» . . .	»	»	Humerus	275	1456
» . . .	»	»	»	275	1456
» . . .	»	»	Tibia	325	1517
» . . .	Moyenne		—	—	1475
Schweizersbild. .	5	♂	Fémur	454	1662
Baumes-Chaudes	—	♂	»	421	1600
Chamblandes. . .	--	♂	Tibia	338	1585
» . . .	—	♂	»	336	1579
» . . .	—	♂	Fémur	468	1683

Cette taille un peu faible des populations de Chamblandes provient peut-être de l'insuffisance des séries ; elle peut toutefois s'expliquer, si l'on considère ces individus comme étant des métis provenant peut-être de l'union des petits brachycéphales néolithiques de la race de *Grenelle* (taille moyennne, 1m53) avec les grands dolichocéphales magdaléniens de la race ancienne de *Langerie-Chancelade*, ou plutôt avec leurs descendants directs, ceux de la race de *Baumes-Chaudes-Cromagnon;* il se

[1] Kollmann, *Das Schweizersbild. Eine Niederlassung aus paleolithischer und neolithischer Zeit. Der Mensch.* Page 127.

pourrait même, comme le montre la face haute et étroite de la femme de Chamblandes qu'à cette époque des mélanges se soient déjà produits entre ces mêmes brachycéphales et les nouveaux immigrants, avant-coureurs des *Dolichocéphales néolithiques d'origine septentrionale*, caractérisés par une haute taille, une tête allongée, une face haute et étroite, des cheveux blonds et des yeux de couleur claire, race dont les os longs permettraient d'évaluer la taille à 1m65 environ, la grosseur des os dépassant toutefois la moyenne actuelle.

Du reste, la sous-dolichocéphalie des crânes de Chamblandes peut être invoquée comme étant une des conséquences de ces rencontres ethniques ; le type dolichocéphale néolithique s'y est atténué et quelque peu transformé, l'indice céphalique est en général voisin de 76 ; il n'y aurait donc rien d'étonnant, non plus, à ce que la grandeur de la taille soit comprise entre 1m53 et 1m65.

APPENDICE

Crânes lacustres de Chevroux.

(Age de la pierre polie.)

La localité de Chevroux est située sur la rive sud du lac de Neuchâtel, entre Estavayer et Port-Alban; elle a fourni deux stations, l'une datant de la période néolithique (époque robenhausienne), l'autre, plus récente, appartient à l'âge du bronze.

Le Musée cantonal d'archéologie possède une riche collection d'objets provenant de la station néolithique, ainsi que plusieurs crânes ou fragments de crânes humains. Quelques-uns de ces derniers ont été sommairement décrits par MM. Studer et Bannwarth dans les *Crania helvetica antiqua*, page 17, mais comme j'ai eu l'occasion d'étudier ces différentes pièces, il me paraît intéressant d'en donner une description plus détaillée, d'autant plus que les objets trouvés dans cette importante palafitte (coquillages perforés, haches et percuteurs en pierre, ocre jaune et rouge, grains de collier, défenses de sanglier travaillées, fragments de crânes humains transformés en amulettes) sont absolument semblables à ceux qui ont été trouvés dans les sépultures de Chamblandes, du Châtelard et de Montagny sur Lutry. Les habitants de ces différentes localités vivaient donc bien à la même époque.

CRANE N° 1. (15 845 du Musée archéologique.)

Ce crâne féminin est dolichocéphale, très allongé, étroit et bas; il est représenté par le frontal, les deux pariétaux, l'occipital, le temporal gauche et les os nasaux. Le bord droit du frontal, le temporal droit, ainsi que le pariétal et la partie droite de l'occipital manquent ou sont en mauvais état. Les sutures craniennes sont complètement ouvertes et assez compliquées; les crêtes musculaires sont peu marquées.

La comparaison des diamètres antéro-postérieur et transverse maximum montre un crâne excessivement dolichocéphale avec indice céphalique de 66,84 seulement; l'indice de hauteur-longueur est également faible. Ce crâne paraît toutefois avoir été assez volumineux, bien que l'absence de la base et du temporal ne permette pas d'en mesurer la capacité.

La norma faciale montre un front droit, peu large, plutôt bas, avec des bosses frontales faiblement dessinées; les arcades sourcilières sont presques nulles, la glabelle est plane et ne forme pas de tubérosité; les crêtes temporales sont peu divergentes, ainsi qu'en témoigne un indice stéphanique de 83,78. Les sinus frontaux sont peu développés. Les bords sus-orbitaires transversalement dirigés sont tranchants; la racine du nez est étroite, bien enfoncée et les os nasaux sont projetés.

La norma latérale offre une courbe antéro-postérieure d'abord presque verticale jusqu'au niveau des bosses frontales, puis s'infléchissant doucement jusqu'au bregma; ce dernier point est le plus élevé de la voûte cranienne. La voûte plane dans le tiers antérieur de la suture sagittale s'incline d'abord lentement, puis brusquement jusqu'au lambda. La courbe régulière jusque-là est interrompue par la forte projection de la partie cérébrale de l'occipital; la saillie iniaque est bien développée. Les courbes frontale totale, pariétale et occipitale sont relativement allongées.

La vue d'en haut offre la forme d'une ellipse très allongée, avec rétrécissement marqué des régions frontale et occipitale.

La vue postérieure montre une courbe supérieure ogivale, avec des plans latéraux tombant verticalement. Le trou de l'occipital d'une forme ovale est situé passablement en avant. Les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont peu marquées.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 1, 2 et 3. Crâne de Chevroux n° 1. (Profil face et vue supérieure.) Dessin de M. Eugène Pitard (stéréographe). (1/3 de grandeur naturelle.)

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum .	190
» transverse, maximum . . .	127
» frontal, » . . .	111
» » minimum	93
» vertical basilo-bregmatique .	123

Courbe horizontale totale	514
» sous-cérébrale	15
» frontale totale.	130
» pariétale	130
» occipitale	120
Distance naso-basilaire	98
Longueur du trou occipital	35
Largeur » »	26
» bi-orbitaire externe	95
» interobitaire	24

Indices.

Indice céphalique. . . .	66,84
» de hauteur longueur	64,73
Indice de hauteur largeur.	96,85
» frontal	83,78
» occipital	74,28

CRANE N° 2. (14501 du Musée archéologique.)

Ce crâne en fort mauvais état a appartenu à un individu encore fort jeune (sexe incertain). Le frontal, les deux pariétaux et une partie de l'occipital seulement sont présents. Dolichocéphale, ce crâne se rapproche par tous ses caractères des crânes n°s 1 et 3. L'occiput est fortement saillant, les bosses pariétales et frontales sont bien marquées; les arcades sourcilières sont faibles, mais la glabelle est proéminente.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum .	178
» transverse, maximum . . .	122
Courbe frontale totale.	120
» pariétale	130

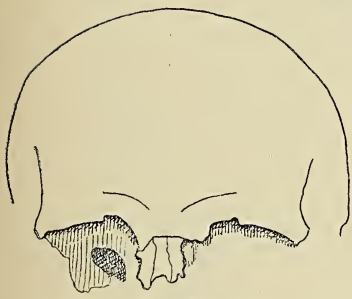
Indices.

Indice céphalique	68,5

CRANE N° 3. (18150 du Musée archéologique.)

Ce crâne dolichocéphale appartenant à un individu masculin est constitué par le frontal, les deux pariétaux et l'occipital presque complet; les os de la base du crâne et les temporaux font défaut. Le squelette de la face manque complètement excepté les os nasaux. Les sutures craniennes sont complètement ouvertes.

Fig. 4.



Fi5. 5.

Fig. 6.

Fig. 4, 5 et 6. Crâne de Chevroux n° 3. (Profil, face et vue supérieure.) Dessin de M. Eugène Pitard (stéréographe). ($^1/_3$ de grandeur naturelle.)

L'indice céphalique est de 72,93. Le frontal est large, droit, haut; les arcades sourcilières bien développées se réunissent vers la ligne médiane pour former une glabelle saillante; les bosses frontales sont peu marquées et les crêtes temporales sont peu divergentes, ainsi que le montre un indice frontal de 83,76; les sinus frontaux sont bien développés. Les bords sus-orbitaires sont droits, obliquement dirigés en dehors et en bas; la racine nasale est enfoncée et étroite; les os propres du nez fortement projetés s'adossent suivant un angle aigu.

La vue de côté fait voir une courbe antéro-postérieure d'abord presque verticale, puis s'infléchissant jusqu'au bregma, qui est tout à la fois le vertex; plane dans le tiers antérieur de la suture pariétale, elle s'incline d'abord lentement, puis brusquement jusqu'au lambda; elle n'est interrompue que par l'occipital fortement projeté et la saillie iniaque bien développée.

La vue postérieure montre une courbe circulaire, un occiput pyramidal et des lignes courbes occipitales bien marquées.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum .	181
» transverse, maximum . . .	132
» frontal, » . . .	117
» » minimum	98
Courbe horizontale totale	504
» sous-cérébrale.	17
» frontale totale.	127
» pariétale	131
Largeur bi-orbitaire externe	103
» interorbitaire.	25

Indices.

Indice céphalique. . . .	72,93
» frontal	83,76

CRANE N° 4. (10218 du Musée archéologique.)

Cette pièce représente le frontal et la face d'un enfant d'environ sept ans; bien que ces parties craniennes se modifient avec la croissance, je crois qu'il y a cependant un certain intérêt à les faire connaître.

Le frontal est haut, droit, assez large, avec des bosses frontales excessivement bien marquées, des arcades sourcilières nulles, une glabelle saillante. Les bords sus-orbitaires sont droits, transversalement dirigés et faiblement inclinés en dehors et en bas. Les orbites rectangulaires basses sont microsèmes. La racine du nez est enfoncée, étroite, les os nasaux manquent. La hauteur du nez est faible, mais l'ouverture nasale est large, l'indice est fortement platyrhinien. Les os malaires sont bien développés, légèrement projetés en dehors, indiquant une face large, chamæprosope. La voûte palatine, parabolique, n'est pas très profonde et le bord alvéolaire possède quatre molaires et des incisives excessivement bien conservées. Les dents de remplace-

ment de ces dernières sont très visibles. La région sous-nasale du maxilaire supérieur est légèrement prognathe. D'après la conformation du frontal et du squelette de la face, cet enfant paraît avoir appartenu à la race brachycéphale à face courte et large, chamæprosope de Kollmann, ou ce qui est identique aux premiers brachycéphales néolithiques de la race de Grenelle.

Mensurations.

Diamètre frontal maximum	104
» » minimum	85
Courbe frontale totale	122
Largeur bi-orbitaire externe	87
» interorbitaire	18
» bi-maxillaire maximum	69
Hauteur intermaxillaire	12
» totale de la face	42
» des orbites	28
Largeur des orbites	34
Longueur du nez	30
Largeur du nez	18
Longueur de la voûte palatine	36
Largeur de la voûte palatine	31

Indices.

Indice frontal	81,73
» orbitaire	82,35
» nasal	63,33
» palatin	86,11

MANDIBULE N° 1. (18799 du Musée archéologique.)

Ce maxillaire inférieur est entier et bien conservé; son ossature, quoique ferme, n'est cependant pas très forte. Les branches montantes peu élevées sont faiblement inclinées. Les apophyses coronoïdes sont minces, les condyles petits et les échancrures sigmoïdes sont peu découpées. L'arcade alvéolaire porte toutes les dents, implantées verticalement, sauf les incisives dont les alvéoles sont ouverts. Les dents, petites et bien conservées, permettent de considérer cette mandibule comme ayant appartenu à un individu âgé d'environ 25 ans, probablement féminin. L'arcade alvéolaire est régulièrement parabolique, la ligne symphysienne faiblement oblique, le menton peu saillant, mais les apophyses géni sont bien développées.

Mensurations.

Diamètre bicondylien			99
» biangulaire			87
Ecartement des deuxièmes molaires			44
» » canines			30
Distance angulo-symphysaire			88
Branche montante	Hauteur minimum		42
	Largeur	transverse	31
		oblique	30
Branche horizontale	Hauteur	à la symphyse	29
		à la 2e molaire	28
	Epaisseur	à la symphyse	14
		à la 2e molaire	15

MANDIBULE N° 2. (17 766 du Musée archéologique.)

Cette mâchoire, plus forte que la précédente, est également bien conservée ; les dents, en bon état et un peu usées de dedans en dehors sont toutes présentes, sauf la deuxième vraie molaire droite et la première incisive droite ; les incisives sont légèrement projetées en avant. Le menton est proéminent, la ligne symphysaire assez concave et les apophyses géni sont bien marquées. La branche montante fait un angle assez obtus avec la branche horizontale et l'arcade alvéolaire est nettement parabolique. L'apophyse coronoïde est mince et l'échancrure sigmoïde bien découpée.

Mensurations.

Diamètre bicondylien			100
» biangulaire			95
Ecartement des deuxièmes molaires			47
» » canines			37,5
Distance angulo-symphysaire			87
Branche montante	Hauteur minimum		45
	Largeur	transverse	33
		oblique	31
Branche horizontale	Hauteur	à la symphyse.	31
		à la 2e molaire	29
	Largeur	à la symphyse.	16
		à la 2e molaire	17

MANDIBULE N° 3. (15 863 du Musée archéologique.)

Ce maxillaire inférieur, pas aussi bien conservé que les deux autres, est celui d'un vieillard; les troisièmes vraies molaires ont leurs alvéoles oblitérés; toutes les dents, sauf les premières et deuxièmes vraies molaires manquent; ellles paraissent avoir été assez fortement inclinées en dedans. La branche horizontale est basse et prognathe, la ligne symphysienne étant très oblique, le point mentonnier, bien que peu développé est proéminent et les apophyses géni ne sont pas très saillantes.

Mensurations.

Diamètre bicondylien			101
» biangulaire			111
Ecartement des 2e molaires			52
» » canines			35
Distance angulo-symphysienne			93
Branche montante	Hauteur minimum		46
	Largeur	transverse	30
		oblique	30
Branche horizontale	Hauteur	à la symphyse.	24
		à la 2e molaire	23
	Epaisseur	à la symphyse.	11
		à la 2e molaire	12

Ainsi que le montre leur faible indice céphalique, les crânes lacustres de Chevroux peuvent se ranger parmi les plus dolichocéphales de l'époque néolithique.

Crânes lacustres de Corcelettes.

(Age du bronze.)

Le Musée de Lausanne possède une belle série d'objets en bronze et quelques crânes provenant de la station de Corcelettes, sur le lac de Neuchâtel, laquelle appartient à l'époque où ce métal avait atteint son plein épanouissement.

CRANE N° 1 (23 669 du Musée archéologique).

Ce crâne est assez bien conservé et provient d'un individu masculin, ayant atteint toute sa croissance. Les sutures craniennes sont bien développées, mais non oblitérées. Le sphénoïde, l'ethmoïde, le temporal droit et les os de la face manquent.

Le rapport des diamètres antéro-postérieur et transverse

maximum montre un crâne dolichocéphale avec un indice céphalique de 73,77.

Fig. 7.

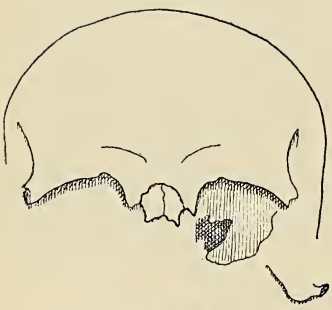


Fig. 8.

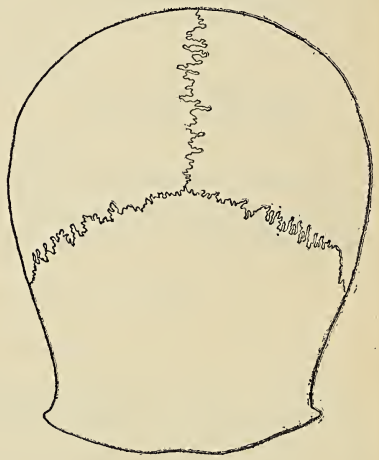


Fig. 9.

Fig. 7, 8 et 9. Crâne des Corcelettes n° 1. (Profil, face et vue supérieure) Dessin de M. Eugène Pitard (stéréographe). (1/3 de grandeur naturelle.)

La vue de face fait voir un front droit, passablement élargi, plutôt has, avec des bosses frontales bien marquées et des arcades sourcilières peu développées; la glabelle est plane et peu saillante, la racine du nez, légèrement enfoncée, est large, et les os nasaux projetés en avant s'adossent suivant un angle

aigu. Les bords supérieurs des orbites sont minces et tranchants, faiblement inclinés en dehors et sont percés, à gauche, d'un trou sus-orbitaire, à droite d'une échancrure.

La vue de profil montre une courbe antéro-postérieure d'abord verticale jusqu'au niveau des bosses frontales, puis cette courbe sagittale s'infléchit daucement jusqu'en un point situé à l'union du tiers antérieur et des deux tiers postérieurs des pariétaux, d'où elle s'incline fortement jusqu'au lambda. La partie cérébrale de l'occipital, bien développée, fait légèrement saillie, l'inion est peu marqué et la région sous-iniaque, fortement oblique, est courte. La ligne temporale peu visible est basse ; le ptérion est normal, l'apophyse mastoïde assez grosse.

La vue d'en haut présente un ovale allongé, élargi à son extrémité antérieure et rétréci à l'extrémité postérieure, avec saillie notable des bosses pariétales et de l'occiput. La région frontale est comme tout le reste du crâne relativement étroite, car le diamètre frontal maximum ne dépasse pas 110 mm.

D'avant en arrière, le crâne est au contraire bien développé (courbe frontale totale 129 mm.).

La vue postérieure montre un crâne assez haut présentant une forme pentagonale avec des plans latéraux presque verticaux convergeant en bas ; la courbe est bien voussée au-dessus des bosses pariétales ; l'occipital est pyramidal, la ligne courbe occipitale supérieure peu développée ; la ligne courbe occipitale inférieure est au contraire bien marquée.

Le trou de l'occipital présente de grandes dimensions, une forme rhomboïdale et se trouve situé passablement en arrière.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum .	183
» » iniaque . .	170
Diamètre transversal maximum . . .	135
» frontal maximum	114
» » minimum	96
» vertical basilo-bregmatique. .	135
Courbe horizontale totale	505
» » préauriculaire . .	280
» sous-cérébrale.	19
» frontale totale	129
» pariétale	130
» occipitale	114
» naso-basilaire.	105

Longueur du trou occipital	35
Largeur » »	32
Largeur bi-orbitaire externe	102
» interorbitaire.	24

Indices.

Indice céphalique	73,77
» de longueur-hauteur.	73,77
» de largeur hauteur .	100
» frontal	84,2
» occipital	91,42

CRANE N° 2 (10 997 du Musée archéologique).

Ce crâne incomplet appartenant à un individu masculin n'est représenté que par le frontal et les deux pariétaux ; la suture coronale est simple dans sa moitié interne et supérieure et peu compliquée sur les côtés. La suture sagittale complètement ouverte est bien denticulée, mais les dentelures sont plutôt simp'es ; sa longueur est de 112 mm. ; l'épaisseur maximale des os de ce crâne est de 10 mm. et se trouve au niveau de la suture coronale.

Bien que l'occipital fasse défaut, on peut approximativement évaluer le diamètre antéro-postérieur maximum comme n'étant pas inférieur à 200 mm., ce qui donnerait avec un diamètre transverse maximum de 140 mm. un indice céphalique dolichocéphale de 70.

La vue antérieure fait voir des arcades sourcilières fortement développées, proéminentes, atteignant une hauteur de 15 mm.; la glabelle est saillante, ne forme cependant pas de tubérosité. Le frontal est large, bas et fuyant. La racine du nez est large et très enfoncée ; les bords orbitaires supérieurs épais présentent une large échancrure.

Au-dessus des saillies, qui correspondent à des sinus frontaux bien développés, le front s'élève en arrière jusqu'au niveau des bosses frontales, qui sont, du reste, peu marquées, après quoi la courbe antéro-postérieure s'infléchit sensiblement jusqu'aux deux tiers de la suture sagittale. La voûte est manifestement aplatie, mais, malgré cela, la capacité cranienne devait être considérable et le cerveau surtout développé dans sa région antérieure comme l'attestent les belles dimensions du frontal (courbe frontale totale 148 mm., diamètre maximum 121, minimum 102 mm.). La ligne temporale est peu marquée, mais les

sillons radiés destinés à l'articulation des pariétaux avec les temporaux sont bien gravés.

La vue d'en haut offre une forme régulièrement elliptique, sans saillie appréciable des bosses pariétales, avec une dilatation assez marquée de la région frontale et un rétrécissement notable de la région postérieure. Les arcades sourcilières proéminentes forment toutefois en avant un large bourrelet.

Ce crâne est franchement dolichocéphale et par tous ses caractères se rapproche du type néanderthaloïde, bien que le front ne soit pas très fuyant. Ce fait a certainement son importance, car c'est la première fois, je crois, qu'un crâne semblable a été signalé dans les stations lacustres de la Suisse. Il prouve que des descendants de la première race quaternaire ont habité le sol helvétique à un moment donné.

Du reste, ce fait n'a rien d'étonnant, car l'on sait qu'aucune des races humaines fossiles n'a entièrement disparu, toutes ont laissé, jusque dans les populations actuelles, des représentants plus ou moins nombreux. Et, aujourd'hui encore, l'on rencontre en Australie, dans une tribu d'Adélaïde, une petite agglomération humaine se rattachant à ce type néanderthaloïde par ses caractères craniologiques [1].

M. le Dr Collignon a aussi décrit un crâne semblable, mais aux caractères encore plus accentués, provenant de la chapelle des Minimes, à Nancy [2].

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur existant	188 (200 ?)
» transversal maximum	140
» frontal »	121
» » minimum	102
Courbe horizontale totale	505 (?)
» » préauriculaire	280
» sous-cérébrale	18
» frontale totale	138
» pariétale	112

Indices.

Indice frontal . . . 84,29

[1] A. de Quatrefages, *Introduction à l'étude des races humaines*, p. 106.

[2] Dr R. Collignon. *La race lorraine.* « Bulletin de la Société des Sciences de Nancy », 1880.

Crane N° 3 (15 455 du Musée archéologique).

Crâne très incomplet, représenté seulement par une partie de la calotte cranienne ; cette dernière n'est constituée que par les pariétaux et la région cérébrale de l'occipital. Il se rapproche, par sa forme, des crânes dolichocéphales de Chevroux.

Mensurations.

Diamètre transversal maximum . .	134
Courbe pariétale	130

Crane N° 4 (12 614 du Musée archéologique)

Ce crâne est encore incomplet et représenté seulement par le frontal et les deux pariétaux, encore le pariétal gauche n'est-il pas intact. Il devait appartenir à un individu masculin ; les lignes musculaires sont bien marquées, mais les tubérosités frontales et pariétales sont faibles.

Le rapport des diamètres antéro-postérieur et transversal maximum donne un indice céphalique de 70,1 (?). La capacité cranienne devait être encore assez élevée, bien que le crâne soit plutôt surbaissé.

Vu de face, le frontal présente des arcades sourcilières encore assez développées et une glabelle proéminente ; la racine du nez est très enfoncée, les sinus frontaux sont bien développés.

Vu de profil, le crâne montre un frontal qui s'élève d'abord presque verticalement au-dessus des arcades sourcilières, jusqu'au niveau des bosses frontales, qui sont faibles et basses, puis s'infléchit insensiblement jusqu'au bregma. La courbe antéro-postérieure est plane sur la moitié antérieure de la courbe sagittale et s'incurve assez fortement à partir de ce point jusqu'au lambda. La voûte cranienne est manifestement surbaissée. La ligne temporale bien marquée n'est pas très élevée, les lignes articulaires radiées sont bien visibles.

La vue d'en haut présente une courbe elliptique allongée et régulièrement développée. L'épaisseur maximale des os, au bord de la sagittale, est de 9 mm.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum . .	194 (?)
» transverse » . .	136
» frontal » . .	119
» » minimum	98

Courbe frontale totale 130
» pariétale. 135

Indices.

Indice céphalique . . . 70,1
» frontal 82,35

CRANE N° 5 (10 056 du Musée archéologique).

Partie de crâne formée par les deux pariétaux ; la largeur maximale est de 136 mm. ; la longueur de la suture pariétale atteint 133 mm. ; les bosses pariétales sont à peine marquées. Si l'on considère la forte longueur de la courbe pariétale par rapport à la plus grande largueur, il est permis de conclure que le crâne auquel appartiennent ces deux pariétaux étaient fortement dolichocéphale.

CRANE N° 6 (10 329 du Musée archéologique).

Comme le précédent, ce crâne n'est représenté que par les deux pariétaux, qui sont fort larges ; la courbe pariétale est courte et le diamètre transversal maximum assez élevé atteint 142 mm. Ce crâne devait être probablement brachycéphale.

CRANE N° 7 (13 739 du Musée archéologique).

Ce crâne, a probablement appartenu à une femme ayant atteint toute sa croissance ; il est fort incomplet ; les deux pariétaux, une partie du frontal et la portion cérébrale de l'occipital sont seuls présents. Les sutures craniennes sont fermées, mais non complètement oblitérées ; les bosses pariétales sont assez développées et l'écaille de l'occipital un peu projetée en arrière ne devait toutefois pas former chignon. La courbe pariétale plutôt courte ne mesure que 122 mm. ; le diamètre transversal maximum faible ne mesure que 136 mm. ; ce crâne était donc probablement dolichocéphale.

CRANE N° 8 (13 917 du Musée archéologique).

Toute la partie supérieure du crâne manque ; il n'existe plus que quelques fragments des parois latérales et le squelette de la base. Les apophyses mastoïdes sont grosses ; la saillie iniaque est excessivement prononcée, la partie cérébrale de l'occipital est légèrement projetée, la région sous-iniaque presque plane. Les lignes courbes occipitales supérieure et inférieure sont bien marquées ; la courbe occipitale mesure 120 mm. Ce fragment de crâne a appartenu à un individu masculin.

CRANE N° 9 (Pas de numéro d'entrée au Musée).

Ce crâne, qui a appartenu à une femme, est étroit, allongé et représenté par le frontal, le pariétal et le temporal gauches.

Le frontal est droit, bas, avec des bosses frontales légèrement marquées; les arcades sourcilières sont nulles, la glabelle est plane; la racine du nez paraît avoir été enfoncée.

La courbe antéro-postérieure, d'abord presque verticale, s'infléchit doucement jusqu'au bregma; la moitié antérieure de la courbe sagittale est plane et assez inclinée dans sa moitié postérieure. La bosse pariétale est bien visible; la ligne temporale peu marquée est plutôt basse; l'apophyse mastoïde est petite. Crâne phénozyge.

Mensurations.

Courbe frontale totale	128
» pariétale	125
Diamètre frontal maximum	111
» minimum	92
Indice frontal	82,88

A côté des crânes ou fragment de crânes de Corcelettes que je viens d'énumérer, le Musée de Lausanne possède un maxillaire inférieur.

Celui-ci est assez bien conservé et montre une forte ossature. D'après l'état de conservation des molaires, seules dents présentes, il devait appartenir à un homme robuste et jeune encore; les molaires sont tétracuspidées; les alvéoles ne sont pas oblitérés. Les condyles et les apophyses coronoïdes sont brisés; l'arcade alvéolaire est régulièrement développée. Le menton peu large est légèrement proéminent, les apophyses géni sont à peine marquées. Les surfaces d'insertion sont cependant nettement accusées.

Mensurations.

Diamètre bi-angulaire			86
Distance angulo-symphysienne			77
Ecartement des 2es molaires			51
Branche montante	Hauteur minimum		47
	Largeur	transverse	30
		oblique	30
Branche horizontale	Hauteur	à la symphyse	29
		à la 2e molaire	26
	Epaisseur	à la symphyse	13
		à la 2e molaire	14,5

Crânes de Montreux.

(Age du bronze.)

Dans le courant des années 1876 et 1877 a été faite à Montreux [1] la découverte de tombeaux qui remontent à l'époque des habitations lacustres de l'âge du bronze. En effet, ces sépultures, dont plusieurs étaient constituées par des dalles, renfermaient les objets suivants, qui déterminent leur âge d'une manière absolue :

1° Plusieurs vases et autres fragments de poterie formés d'une pâte assez fine, élégamment ornés de raies horizontales parallèles entre lesquelles se voient des dessins géométriques ;

2° Une épingle à cheveux en bronze, dont l'un des bouts forme une boule de la grosseur d'une noix :

3° Une aiguille en bronze longue de 25 centimètres ;

4° Plusieurs bracelets en bronze ;

5° Des silex façonnés en coin ou en tranchant, mais sans emmanchures de corne de cerf.

Les sépultures de Montreux se trouvaient à proximité du lac et renfermaient, outre ces objets, plusieurs squelettes assez bien conservés, lesquels étaient déposés au Musée du Collège. Malheureusement, tous ces restes humains, dont plusieurs crânes en assez bon état, ont été brisés, l'été dernier, durant le déménagement du Musée de l'ancien Collège dans le nouveau bâtiment affecté à cet usage. Le mauvais état des débris ne permet pas de reconstituer ces pièces intéressantes. Or ce fait est d'autant plus regrettable que l'on avait précisément dans ces documents des restes d'individus ayant échappé à la grande cause de destruction qui nous a si malheureusement privés de presque tous les documents anthropologiques contemporains, c'est-à-dire le rite de l'incinération, remplaçant presque partout, durant l'âge du bronze, le rite de l'inhumation, si fréquemment en usage pendant les temps néolithiques.

Un seul de ces crânes a pu être mesuré, et encore incomplètement, les parois latérales des pariétaux étant brisées.

Ce crâne fortement dolichocéphale a appartenu à un individu masculin ayant atteint toute sa croissance. Une partie du pariétal

Rode, *Tombeaux du temps des habitations lacustres.* « Anzeiger », 1877, p. 759.

gauche, les temporaux, la région sous-iniaque de l'occipital, ainsi que les os de la base du crâne manquent.

La norma faciale présente un front droit, haut, avec des arcades sourcilières faibles, une glabelle plane, non saillante; les sinus frontaux sont peu développés.

La racine du nez est large, légèrement enfoncée, les os nasaux, projetés en avant, s'adossent suivant un angle obtus. Le nez, fortement leptorhinien, a un indice de 41,81. Le bord orbitaire supérieur presque droit présente des échancrures sus-orbitaires; les orbites, transversalement dirigées, sont rectangulaires et microsèmes. La face est haute et étroite (dolichocéphale leptoprosope); la région sous-nasale, moyennement élevée, présente un léger prognathisme alvéolaire. L'arcade dentaire, elliptique, porte des dents en général bien conservées. La voûte palatine est étroite et passablement profonde.

Ce crâne, par ses caractères, est semblable à la plupart de ceux qui furent découverts dans les palafittes de l'âge du bronze et se rattache au type de Hohberg (race dolichocéphale septentrionale.)

D'autres crânes, observés par moi il y a quelques années, étaient brachycéphales ou sous-brachycéphales.

Mensurations.

Diamètre antéro-postérieur maximum	194
Courbe frontale totale	142
» pariétale	145
Largeur de la face bi-orbitaire externe	100
» interorbitaire	24
» bi-maxillaire maximum	85
Hauteur de la face intermaxillaire	17
» totale de la face (naso-alvéolaire)	69
» des orbites	32
Largeur »	40
Longueur du nez	55
Largeur »	23
Longueur de la voûte palatine	50
Largeur » »	38

Indices.

Indice orbitaire	80
» nasal	41,81
» palatin	76

Avec la tête qui vient d'être décrite, on a rencontré un fragment de maxillaire inférieur, réduit à la branche horizontale droite, à la branche montante, au menton et à une partie de la branche horizontale gauche. Les dents présentes sont peu usées et remarquables par leur état de conservation aussi bien que par leur blancheur. L'arcade alvéolaire devait être bien développée ; l'ossature est forte, les deux apophyses géni sont saillantes et séparées l'une de l'autre par un intervalle de 5 mm. environ. Les surfaces d'insertion sont partout nettement accusées.

Mensurations.

Ecartement des canines			20
Distance angulo-symphysaire			86
Branche montante	Hauteur minimum		42
	Largeur	transverse	31
		oblique	33
Branche horizontale	Hauteur	à la symphise	29
		à la 2e molaire	25
	Epaisseur	à la symphise	15
		à la 2e molaire	17

* * *

Les crânes de Corcelettes et de Montreux appartenant à l'âge du bronze sont tous dolichocéphales ; les individus desquels ils proviennent sont les descendants des dolichocéphales néolithiques et se rapportent en général au type de *Hohberg* et au type de *Sion.*

Les anciens Lacustres brachycéphales néolithiques sont devenus très clairsemés à l'âge du bronze, mais ils ont été remplacés durant le cours et surtout à la fin de cette période par leurs successeurs à tête plus arrondie, plus purs et plus nombreux, les brachycéphales rhétiens du *type de Disentis* des anthropologistes suisses, les *Celtes* des anthropologistes français, lesquels ont été trouvés, par exemple, dans les palafittes de Mörigen et de l'île de St-Pierre.

Si nous mettons maintenant en regard les indices craniens et faciaux obtenus sur les crânes du Châtelard sur Lutry, de Montagny sur Lutry et de Chamblandes, nous avons le tableau suivant :

Indices craniens et faciaux.

Numéros des crânes.	Céphalique.	Vertical.	Transv. vertical	Frontal	Facial I	Facial II	Occipital	Orbitaire	Nasal	Palatin	Prognathisme
Châtelard . . 1	72,53	—	—	78,63	—	—	—	—	—	—	—
» . . 2	76,66	—	—	91,26	—	—	—	—	—	—	—
» . . 3	78 (?)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» . . 4	79,54	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» . . 5	84,57	—	—	78,62	—	—	—	—	—	—	—
» . . 6	—	—	—	81,24	50	(?)	—	85,13	52,27	86,36	(?)
Montagny . . 1	76,84	—	—	87,82	—	—	—	—	—	—	—
» . . 2	79.06	72,09	91,17	80	55,11	70,86	88,88	86,84	46	73,46	92,39
» . . 3	80,24	72,84	90,76	90	51,2	63,30	93,93	83,78	50,54	75	100
» . . 4	—	—	—	—	53,12	—	87,5	80,95	47,16	93,18	—
Chamblandes . 2	76,37	72,52	91,96	82,92	—	—	81,08	—	46,15	80,85	96,67
» . 3	76,7	—	—	86,72	—	—	—	—	—	—	—

Ce tableau permet de voir qu'au point de vue craniologique, les populations néolithiques de Chamblandes, du Châtelard et de Montagny sur Lutry ne présentaient pas une très grande variété de caractères.

Les indices vertical de hauteur et vertical de largeur calculés sur deux crânes de Montagny et un crâne de Chamblandes sont à peu près identiques; l'indice frontal fait voir presque toujours des crêtes temporales peu divergentes.

Les mésaticéphales et brachycéphales ont la face relativement large, toutefois l'indice est encore faiblement leptoprosope; le nez, plus souvent étroit que large, est mésorhinien chez les brachycéphales; les orbites, de hauteur moyenne, sont presque toujours mésosèmes.

En classant les crânes d'après la valeur de leur indice céphalique, sans distinction de provenance, nous avons l'ordination suivante :

Dolichocéphales.

Crâne N° 1	du Châtelard sur Lutry,	indice de	72,53
» 1	de Chamblandes,	»	73

Sous-dolichocéphales.

Crâne N° 2	de Chamblandes,	indice de	75,5
» 2	du Châtelard sur Lutry,	»	76,66
» 3	de Chamblandes,	»	76,7
» 1	de Montagny sur Lutry,	»	76,84

Mésaticéphales.

Crâne N° 3	du Châtelard sur Lutry,	indice de	78 (?)
» 2	de Montagny sur Lutry,	»	79,06
» 4	du Châtelard sur Lutry,	»	79,54

Brachycéphales.

Crâne N° 3	de Montagny sur Lutry,	indice de	80,24
» 5	du Châtelard sur Lutry,	»	84,57
» 6	» »	»	(?)

L'on voit immédiatement par cette simple énumération que l'on a affaire à trois types craniens distincts. En effet, sur douze de ces pièces, six sont dolichocéphales ou sous-dolichocéphales, avec un indice céphalique moyen de 75,2; trois sont mésaticéphales et trois également sont brachycéphales; la moyenne des indices de ces derniers, faiblement élevée, n'est que de 82,4.

Les indices céphaliques varient, comme on l'a vu plus haut,

de 72,53 à 84,57 pour une série de 12 crânes. Cependant l'écart au-dessus et au-dessous de la moyenne 77,51 est relativement faible. L'on peut dès lors se demander si l'on a affaire à une seule et même race, présentant des variations individuelles, ou à deux races différentes ayant subi des mélanges ethniques; cette deuxième hypothèse paraît, dans le cas, la plus naturelle et expliquerait la prépondérance des types intermédiaires sous-dolichocéphale et mésaticéphale.

Il semble donc ressortir de ces faits qu'au plein de la période néolithique, la Suisse a vu immigrer des dolichocéphales en grand nombre, puisque c'est eux qui sont le plus fortement représentés au sein des sépultures de cette époque.

Bien que les documents présentés dans cette étude soient insuffisants pour établir des moyennes stables, j'ai cru bon de mettre en regard les chiffres provenant des crânes lacustres appartenant au même type et à la même époque. J'ai comparé les moyennes ainsi obtenues avec les crânes dolichocéphales et brachycéphales considérés comme typiques de cette période néolithique.

Les moyennes de la série dolichocéphale sont sensiblement voisines des mensurations prises par M. Hamy (abstraction faite des diamètres frontal maximum et frontal minimum excessivement peu élevés, indice frontal de 66) sur le crâne provenant du tumulus de Genay et considéré par cet auteur comme représentant dans la série des crânes dolichocéphales néolithiques un bon type moyen [1].

De même les moyennes de la série brachycéphale se rapprochent beaucoup des mensurations obtenues sur les crânes N° 2 de Furfooz, masculin et féminin de Grenelle, par MM. A. de Quatrefages et Hamy [2].

Les moyennes quelquefois un peu plus faibles s'expliquent par le fait que notre série brachycéphale comprend un plus grand nombre de crânes féminins.

[1] *Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris.* 1869, p. 91.

[2] *Crania ethnica.*

Crânes dolichocéphales.

Mensurations		Désignation des crânes														
		Chevroux	Weerd	Chevroux	Bevaix	Bienne	Châtelard 1	Chevroux	Chamblandes 1	Lüscherz	Chamblandes 2	Châtelard 2	Chamblandes 3	Montagny 1	Moyennes	Genay
		♀	?	Jeune	—	—	♀	♀	♀	♀	♀	♂	♂	♂	—	♂
Diamètres	Antéro-postérieur maxim.	190	—	178	—	—	182	181	—	178	182	180	182	177	181	182
	Transversal maximum . .	127	—	—	—	—	132	132	128	132	137	138	139	136	133,4	135
	Frontal maximum . . .	111	—	122	—	—	117	117	—	—	123	103	113	115	115	110
	Frontal minimum . . .	93	—	—	—	—	93	98	—	—	102	94	98	101	97	88
	Vertic. basilo-bregmatique	123	—	—	—	—	—	—	—	—	132	—	—	—	127,5	135 ?
Indices cranio-métriq.	Longueur = 100 Largeur	66,84	67,7	68,54	70,01	72	72,53	72,93	—	74,1	75,5	76,66	76,7	76,84	72,53	73,62
	Longueur = 100 Hauteur	64,73	—	—	—	—	—	—	—	—	72,52	—	—	—	68,62	73,62
	Indice frontal	83,78	—	—	—	—	78,63	83,76	—	—	82,92	91,26	86,72	87,82	83,98	66
Courbes	Horizontale totale . . .	514	—	—	—	—	—	504	—	—	515	—	—	503	509	507
	Sous-cérébrale	15	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—	15	15,6	18
	Frontale totale	130	—	120	—	—	130	127	112	130	130	128	120	135	126,2	130
	Pariétale	130	—	130	—	—	120	131	122	126	115	120	130	106	123	125
	Occipitale	120	—	—	—	—	—	—	—	—	122	—	—	120	121	122
	Naso-basilaire.	98	—	—	—	—	—	—	—	—	103	—	—	—	100,5	102
Trou occipital	Longueur	35	—	—	—	—	—	—	—	—	37	—	—	—	36	37
	Largeur	26	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	—	—	29	31
	Indice	74,28	—	—	—	—	—	—	—	—	86,48	—	—	—	80,38	83,72
Largeur de la face	Bi-orbitaire externe. . .	95	—	—	—	—	—	103	—	—	103,5	99,5	107	104	102	97
	Interorbitaire	24	—	—	—	—	—	25	25	—	26,5	24	25	27	25,2	24,5

Crânes brachycéphales.

Mensurations		Désignation des crânes.												
		Auvernier	Schäffis	Meilen	Sutz	St-Blaise	Lüscherz	Montagny s/ Lutry 3	Châtelard No 5	Châtelard No 6	Moyennes	Furfooz No 2	Grenelle	Grenelle
		♀	♂	?	♀	♂	♀	♀	♂	♀	—	—	♂	♀
Diamètres	Antéro-postérieur maxim.	170	169	178	177	174	175	162	175	—	172,5	172	176	173
	Transversal maximum	137	142	145,2	147	140,5	140	130	148	—	141,2	140	147	145
	Transv. frontal maximum.	110	119	—	—	112	—	100	117	112	111,6	112	120	118
	Id. minimum.	94	94	98	95	94	—	90	94	91	93,7	92	97	92
	Indice céphalique.	80,5	84	81,5	83,5	80,7	80	80,24	84,57	—	81,87	81,39	83,53	83,68
	Indice frontal	85,45	—	—	—	—	—	90	78,62	81,24	83,82	82,14	80,83	77,96
Courbes	Horizontale totale	478	483	510	525	490	—	473	—	—	493	504	515	511
	Frontale totale	120	115	120	130	125	—	117	120	115	120	123	129	126
	Pariétale	120	110	125	125	120	120	108	130	—	119,7	120	123	123
	Occipitale	—	122	115	—	—	—	107	110	—	113,5	119	—	115
	Naso-basilaire	—	90	—	—	—	—	93	—	—	91,5	99	—	—
Largeur de la face	Bi-orbitaire externe	—	—	—	—	—	—	99	—	101	100	106	105	102
	Interorbitaire	—	—	—	—	—	—	26	—	22	24	22	25	23
	Bi-zygomatique maximum.	—	—	—	—	—	—	124	—	122	123	130	132	122
Hauteur de la face	Intermaxillaire	—	—	—	—	—	—	18	—	17	17,5	17	19	16
	Totale de la face (naso-alvéolaire)	—	—	—	—	—	—	63,5	—	61	61,5	64	69,5	61
	Indice facial	—	—	—	—	—	—	51,2	—	50	50,6	49,23	52,65	50
Orbites	Hauteur	30	—	—	—	—	—	31	—	31,5	30,8	30	31	30,5
	Largeur	40	—	—	—	—	—	37	—	37	38	39	38	36
	Indice orbitaire	75	—	—	—	—	—	83,78	—	85,13	81,3	76,92	81,57	84,72
Nez	Longueur	43	—	—	—	—	—	52	—	44	46	49	50,5	45
	Largeur	25	—	—	—	—	—	23	—	23	23,6	24	25,5	23
	Indice nasal	55,6	—	—	—	—	—	50,54	—	52,27	52,83	48,97	50,39	51,11

Les trois crânes brachycéphales de Montagny et du Châtelard sur Lutry se rapprochent beaucoup de la race de *Furfooz* N° 2 (sous-brachycéphale, indice de 81,39) et de celle de *Grenelle*, qui est brachycéphale avec un indice peu élevé de 83,53 chez l'homme et de 83,68 chez la femme. Les principaux caractères de la race de Grenelle sont les suivants :

« Crâne arrondi, globuleux (avec un indice moyen de 83,6, variant dans la petite série de Grenelle de 81,4 à 85), au frontal élargi du haut (indice stéphanique : 78,9), aux pommettes rugueuses et bien accusées, à la mâchoire supérieure prognathe et aux dents projetées en avant. L'ouverture nasale est assez large (indice : 50,8), et certains sujets s'élèvent à la platyrhinie. L'orbite est de moyenne hauteur (indice : 83,6). La taille de la race est petite, elle paraît avoir été sensiblement la même que celle des Lapons de nos jours [1] ». Les stations lacustres de la première époque de la pierre polie ont fourni cinq pièces craniennes, dont trois sont brachycéphales et deux mésaticéphales, et d'après M. Georges Hervé [2], professeur à l'Ecole d'anthropologie de Paris, ces brachycéphales ne semblent pas différer notablement des brachycéphales néolithiques du nord-est de la Gaule. De même les crânes n°s 5 et 6 du Châtelard sur Lutry, qui doivent être considérés comme les descendants directs des Brachycéphales qui ont construit les premières palafittes, sont caractérisés par un front droit, peu projeté en avant, avec des ndices stéphaniques de 78,62 et 81,24 ; on y remarque un léger prognathisme alvéolaire des orbites mésosèmes (indice 85,13), un nez à large ouverture, mésorhinien (indice 52,27) et une face également large, harmonique avec le crâne, rentrant dans la catégorie des brachycéphales chamæ prosopes de M. Kollmann. Ils sont en cela semblables à leurs contemporains découverts à Auvernier, à Locras et à Pheidwald sur le lac de Bienne. Ces hommes étaient de petite taille (1^m50 à 1^m55), mais, comme les brachycéphales néolithiques de Grenelle, « ils n'en étaient pas moins agiles et robustes, à en juger par la profondeur et la saillie que présentent sur le squelette les points d'attache musculaire [3] ».

[1] G. Hervé, *Les Brachycéphales néolithiques,* « Revue mensuelle de l'Ecole d'anthropologie de Paris », 1894, p. 400.

[2] *Les populations lacustres*, « Revue d'anthropologie », 1895, p. 140.

[3] A. de Quatrefages, *Hommes fossiles et hommes sauvages,* p. 72.

Ces brachycéphales, répandus un peu partout en Suisse pendant la période néolithique, se retrouvent encore dans les sépultures alsaciennes de la même époque. Les crânes de la station funéraire de Tagolsheim, étudiés par M. le Dr Collignon, indiquent une race sous-brachycéphale à crâne élevé, à front étroit et bombé, apparentée à la race de Grenelle.

Les deux crânes dolichocéphales vrais du Châtelard et de Chamblandes sont féminins. Leur mauvais état ne permet pas de se faire une idée bien nette de leur forme. Semblables à ceux de Chevroux, décrits plus haut, ils paraissent avoir été plutôt élevés, avec un indice de largeur moyen de 72,76; la voûte cranienne présente une courbe légèrement ogivale et la vue d'en haut montre un contour régulièrement elliptique; la norma postérieure offre une forme pentagonale à parois latérales presque verticales. Ces différents caractères permettent de considérer ces dolichocéphales comme reliés ethniquement aux dolichocéphales plus purs du *type de Hohberg*, lesquels sont apparus en assez grand nombre en Suisse durant la deuxième moitié et le déclin du néolithique. Ils en auraient été probablement les premiers représentants plutôt que les descendants des troglodytes magdaléniens, les hommes de la race de *Baumes-Chaudes-Cromagnon*. Toutefois, le squelette de la face manquant complètement à ces deux pièces, il n'est pas permis de se prononcer sur cette question d'une manière absolue.

MM. Studer et Bannwarth, dans leur *Crania helvetica antiqua* (page 20) considèrent les pygmées sous-dolichocéphales (mésocéphales) de Chamblandes comme devant constituer une race spéciale — tout à fait différente des deux types lacustres brachycéphale et dolichocéphale dont je viens de parler. D'après l'opinion de ces deux auteurs, se basant sur des débris de coquilles marines appartenant aux espèces *Tritonium nodiferum* Lam. et *Pectunculus pilosus* L., cette race serait arrivée des bords de la Méditerranée. Mais il est bien plus probable que ces populations, pour leurs besoins de luxe, faisaient venir, par voie d'échange, l'ambre de la Baltique découvert à Sütz et à Meilen, le lignite ou le jayet des mêmes régions septentrionales de l'Europe, le corail et les coquilles marines de la Méditerranée. Cet échange commercial, rare, je le veux bien, à l'époque néolithique, n'a cependant rien de surprenant, car plusieurs palafittes nous ont fourni des instruments en roches étrangères à notre pays, entre autres la néphrite originaire probablement d'Orient.

Il n'est donc pas possible d'admettre que toutes ces matières aient été importées par les premiers habitants arrivant dans notre pays, car ces derniers auraient dû venir tout à la fois de l'Orient, de l'Occident, du Midi et du Nord. Du reste, ces relations commerciales n'ont pas tardé à prendre une grande extension durant la fin de l'époque néolithique et pendant l'âge du bronze.

En conséquence, il me paraît plus logique d'envisager ces individus sous-dolichocéphales de Chamblandes, ainsi que leurs voisins sous-dolichocéphales et mésaticéphales du Châtelard et de Montagny sur Lutry (dont plusieurs paraissent se rapporter au type de *Sion* de His et Rütimeyer) comme provenant d'une première union entre les vieux brachycéphales de *Grenelle* et les descendants des anciens troglodytes magdaléniens, ou plutôt avec les premiers immigrants de la race *dolichocéphale néolithique* d'origine septentrionale.

C'est ainsi, par exemple, que les crânes n° 2 de Montagny sur Lutry et n° 3 de Chamblandes, quoique un peu plus courts, se rapprochent par beaucoup de caractères du crâne trouvé dans la station pierre et bronze de Sütz, jadis décrit par M. Virchow[1] et se rapportant au type de Hohberg ou dolichocéphale néolithique. Quelques-uns de ces crânes paraissent même se rapprocher des crânes sous-dolichocéphales masculin et féminin (n°s 14 et 9) du Schweizersbild à indices respectifs de 75,5 et 76,3.

Conclusions.

Des populations appartenant à la race de *Grenelle* et à la race *Dolichocéphale néolithique (tzpe de Hohberg)* étaient établies sur les bords du Léman, dans les environs de Lausanne, au milieu de l'âge de la pierre polie (époque robenhausienne).

Au moment où la période quaternaire fait place aux temps actuels, des immigrants brachycéphales envahissent nos contrées, introduisant avec eux la hache de pierre polie, la culture des céréales (froment, lin, etc.) et les principaux animaux domestiques.

Ces populations à tête arrondie étaient sédentaires, se construisaient probablement des habitations lacustres et inhumaient

[1] « Schädel und Geräthe aus den Pfahlbanten von Auvernier, Sutz und Mörigen ». Berlin 1877.

leurs morts. Elles ne tardèrent pas, durant le cours de cette période néolithique, à s'unir, soit peut-être avec les descendants de l'ancienne race dolichocéphale magdalénienne, soit surtout avec les premiers immigrants d'une autre race d'origine septentrionale, les dolichocéphales néolithiques, lesquels arrivent en grand nombre en Suisse, durant la deuxième période de l'âge de la pierre polie [1].

Les mésaticéphales et les sous-dolichocéphales de Chambiandes et de Montagny sur Lutry, voisins du type de *Sion*, seraient le résultat de ce mélange.

Il n'est donc plus permis de considérer, ainsi que le faisait Rütimeyer, les populations appartenant au type de Sion comme étant celles qui auraient construit les palafittes de l'âge de la pierre polie.

Ces races nouvelles faisant invasion dans nos contrées pendant les temps néolithiques venaient de l'Est et du Nord et suivaient dans leurs pérégrinations les voies naturelles offertes par les grandes vallées, celles du Danube et du Rhin, par exemple. Elles apportaient avec elles ou échangeaient des instruments nouveaux et des objets de parure. Des perles d'ambre jaune de la Baltique découvertes à Sutz et à Meilen, le lignite ou le jayet des mêmes régions du N.-E. de l'Europe, nous montrent d'une façon indiscutable l'origine septentrionale d'une partie de ces anciennes populations. Du reste, la similitude des mobiliers funéraires suffit à le prouver. Les relations commerciales existaient également à cette époque reculée de l'âge de la pierre polie : le corail blanc découvert à Concise, les perles de corail et les nombreuses coquilles méditerranéennes trouvées dans les sépultures de Chamblandes en sont la preuve.

Les races qui habitaient notre pays pendant cette période ne sont point complètement disparues, elles se rencontrent en Suisse aux âges suivants, et l'on peut même les suivre jusque dans les populations helvétiques actuelles.

[1] M. Georges Hervé, professeur à l'Ecole d'anthropologie de Paris, dans une de ses magistrales leçons sur l'Ethnologie de la France, conclut également que durant le cours de la période néolithique une race dolichocéphale apparaît au milieu des premiers Lacustres brachycéphales, race que l'on retrouve plus nombreuse à l'époque qui marque la fin de l'âge de la pierre. *(Les populations lacustres,* « Revue mensuelle de l'Ecole d'anthropologie de Paris », 1895, pages 137-154.)

Notamment le type brachycéphale (plus court, plus globuleux que son prédécesseur, le type brachycéphale néolithique, mais appartenant bien à la même souche ethnique) qui, à l'âge du bronze — c'est la grande invasion celtique — a envahi par le Nord et par le Sud le pays qui est la Suisse actuelle. Ce type brachycéphale (Celte alpin) s'est, semble-t-il, conservé le plus purement dans les cantons du Sud, en particulier dans les Grisons et dans le Valais[1].

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

His, W. et Rutimeyer, L. *Sammlung schweizerischer Schädelformen.* Bâle et Genève, 1864, in-4°, avec atlas de 82 planches.

Dor, H. *Notiz über drei Schädel aus den schweizerischen Pfahlbauten* (mit 6 Tafeln). Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1873. Bern 1874, p. 68.

Virchow, R. *Schädel und Geräthe aus den Pfahlbauten von Auvernier, Sutz und Mörigen.* Berliner Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte. Sitzung vom 17. März 1877.

— *Neue Funde aus der Station Auvernier. Vollkommener Schädel.* Verhandlungen der Berliner Gesellschaft für Anthropologie und Urgeschichte. Sitzung vom 17. Juni 1882.

— *Pfahlbauschädel des Museums in Bern.* Verhandlungen der Berliner anthropologischen Gesellschaft. Sitzung vom 27. Juni 1885.

Kollmann, J. *Craniologische Gräberfunde in der Schweiz.* Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 1883.

Kollmann und Hagenbach. *Die in der Schweiz vorkommenden Schädelformen.* Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 1884.

— *Zwei Schädel aus Pfahlbauten und die Bedeutung desjenigen von Auvernier für die Rassenanatomie.* Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. 1886.

Studer, Th. et Bannwarth, E. *Crania helvetica antiqua.* Die bis jetzt in den Pfahlbauten der Stein- und Bronzezeit in der Schweiz gefundenen menschlichen Schädelreste. Auf 117 Lichtdruck-Tafeln abgebildet und beschrieben. In-4°, Leipzig, 1894. Verlag von Johann Ambrosius Barth.

[1] Eugène Pitard. *Etude de 114 crânes de la vallée du Rhône (Haut-Valais).* « Revue mensuelle de l'Ecole d'Anthropologie de Paris », mai 1898.

TROYON, F. *Habitations lacustres des temps anciens et modernes.* Lausanne, 1860.

— *Description des tombeaux de Bel-Air près Cheseaux sur Lausanne.* Lausanne, 1841.

GROSS, V. *Les Protohelvètes ou les premiers colons sur les bords des lacs de Bienne et Neuchâtel.* In-4o, Paris, Bær, 1883.

MORTILTET, G. DE. *Le Préhistorique. Antiquité de l'homme.* Paris, 1865.

MOREL-FATIO. *Les sépultures de Chamblandes.* Anzeiger für schweizerische Alterthumskunde. Zürich, 1880, p. 45 et 46 et 1882, p. 221-225.

MARCEL, Dr M. Ch. *Tombes-caveaux de l'âge de la pierre. Cinq squelettes réunis.* Anzeiger für schweizerische Alterthumskunde, 1882, p. 225.

DE QUATREFAGES, A. et HAMY, E. T. *Crania ethnica. Les crânes des races humaines.* Paris, 1882.

MANOUVRIER, L. *Mémoire sur la détermination de la taille d'après les grands os des membres.* Mémoires de la Société d'anthropologie. Paris, 1892.

KOLLMANN, J. *Das Schweizersbild. Eine Niederlassung aus paleolithischer und neolithischer Zeit. Der Mensch.* Nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles. Vol. XXXV.

DE QUATREFAGES, A. *Introduction à l'étude des races humaines.* Paris, 1889.

RODE. *Tombeaux du temps des habitations lacustres.* Anzeiger für schweizerische Alterthumskunde. 1877, p. 759.

HAMY, E. T. *Sur les ossements humains trouvés dans le tumulus de Genay (Côte-d'Or).* Bulletin de la Société d'anthropologie de Paris, 1869, p. 91.

HERVÉ, G. *Les Brachycéphales néolithiques.* Revue mensuelle de l'Ecole d'anthropologie de Paris, 1894.

— *Les populations lacustres.* Revue mensuelle de l'Ecole d'anthropologie de Paris, 1895.

DE QUATREFAGES, A. *Hommes fossiles et hommes sauvages.* Paris 1884.

OBSERVATIONS
SUR LA
DÉPERDITION DE L'ÉLECTRICITÉ

par Henri DUFOUR,
Professeur de physique à l'Université de Lausanne.

Dans un travail publié assez récemment[1] M. P. de Heen, directeur de l'Institut de physique de l'Université de Liège, décrit des expériences faites par lui sur la déperdition de l'électricité dans l'air par un corps électrisé de diverses manières.

En comparant entre elles les électrisations produites par une machine de Holtz et par une machine Ramsden, l'auteur du travail arrive aux conclusions suivantes :

1° « L'électricité positive de la machine de Holtz se perd plus » rapidement que l'électricité positive de la machine de Rams- » den. — Ces électricités ne sont donc pas identiques. »

M. de Heen a été amené à faire les expériences qu'il décrit en partant de l'hypothèse que : « l'électricité statique est le résultat » de vibrations de l'éther condensé qui recouvre la surface des » corps ».

Les conclusions de l'auteur sont déduites des résultats de soixante observations faites sur le temps qu'emploie un corps électrisé à se décharger partiellement, c'est-à-dire à passer d'un potentiel de valeur déterminée à un autre potentiel d'une autre valeur inférieure.

La différence de potentiel inconnue était mesurée au moyen d'un électroscope de Henley, posé sur un plateau de bois isolé et partiellement recouvert d'étain. — Les expériences ont consisté à noter le temps écoulé entre le passage de la boule de sureau de l'électroscope d'une position angulaire déterminée à une autre position.

[1] *Note sur l'infinie variété de l'énergie électrique,* « Bulletin de l'Institut de physique de l'Université de Liège », 1897, 4e fascicule, et « Bulletin de l'Académie roy. de Belgique », 3e série, t. XXXII, n° 12, pp. 712-716, 1896.

La moyenne des observations publiées donne les résultats suivants :

1°	Electricité positive	de la machine	de Ramsden	60,5 sec.
2°	»	»	»	Holtz	42,8
3°	»	négative	»	Holtz	19,9

Les chiffres de la première série sont compris entre 91 sec. et 49 sec.; ceux de la deuxième entre 47 sec. et 33 sec. et ceux de la troisième entre 24 sec. et 15 sec.

La conclusion que M. de Heen tire de ces expériences est de telle importance, au point de vue de nos connaissances sur la nature de l'électricité, que nous nous sommes empressé de répéter ces expériences en les variant; ce sont les résultats de ces mesures que nous donnons ici.

Pour commencer par un cas simple, nous avons mesuré la déperdition d'une sphère de zinc de 30 cm. de diamètre (utilisée pour les expériences de Hertz), supportée par un flacon à isolement d'acide sulfurique de M. Mascart. La sphère était en communication permanente avec un électromètre de Braun mesurant jusqu'à 1600 volts. On notait le temps nécessaire pour une chute de potentiel de 1500 à 950 volts.

La sphère était électrisée positivement au moyen d'un bâton de verre poli frotté avec de la soie imprégnée d'amalgame de mercure et d'étain, et négativement par un bâton d'ébonite frotté avec une peau de chat. La machine de Holtz était une machine à un plateau mobile et un plateau fixe et à trois peignes, pour empêcher le renversement des pôles.

Les premières observations ont été faites par MM. Cruchet et Mathey, étudiants ; elles ont donné les résultats suivants :

Chute de potentiel, 1500 v. à 950 v.

Durée de chute :

1.	Electricité négative,	ébonite,	14 min.
2.	»	positive,	verre,	14
3.	»	»	Holtz,	15
4.	»	négative,	Holtz,	14

Le lendemain, on a trouvé pour les mêmes chutes de potentiel : Expérience 1: 13 et 12 m.; exp. 2: 10 et 9 m.; exp. 3 9: m.; exp. 4: 10 m.

En examinant le détail des séries ou expériences, on constate également qu'il n'y a que des différences irrégulières et faibles entre la déperdition de la sphère de zinc dans les divers cas.

C'est ainsi qu'on trouve qu'en 8 minutes la chute de potentiel est de :

1. 1500 à 1090 v. pour l'électricité négative de l'ébonite;
2. 1500 à 990 » positive du verre;
3. 1500 à 1010 » négative de Holtz;
4. 1500 à 990 » positive de Holtz.

Il serait difficile, d'après ces chiffres, de conclure à une différence de déperdition pour l'un ou l'autre des états électriques.

On est peut-être étonné de ne pas reconnaître la différence, si souvent constatée, entre la déperdition par le zinc de l'électricité positive et négative; ce fait provient de ce que la sphère employée n'avait pas été frottée depuis plusieurs mois, elle était donc recouverte de la patine d'oxyde que ce métal acquiert par un long séjour à l'air; dans ces conditions, l'action de la lumière est insensible, comme nous l'avons précédemment démontré [1].

Ainsi, avec une sphère métallique isolée, et entre les limites de tension employées, il n'y a pas de différence sensible dans la déperdition de l'électricité produite par diverses sources.

Mais l'expérience de M. de Heen a été faite dans d'autres conditions, il a employé une *planchette* couverte partiellement d'étain et « convenablement isolée ».

Pour répéter l'expérience de l'auteur, nous avons employé une planchette circulaire de 15 cm. de diamètre sur 1 cm. d'épaisseur, à bords arrondis; cette planchette était couverte de papier d'étain depuis dix ans, elle était parfaitement sèche, on l'a fixée sur un isoloir Mascart et reliée à l'électromètre de Braun. Pour éviter toute action perturbatrice de l'air électrisé ou du voisinage d'une machine, l'appareil était dans un grand auditoire inoccupé, et la machine de Holtz, placée dans une autre salle, n'était mise en communication avec la planchette que par le moyen d'un fil de cuivre fin isolé passant par un trou d'une porte. Aussitôt que l'électromètre et la planchette étaient chargés, le fil était enlevé.

Les expériences faites dans ces conditions ont donné les résultats suivants :

1° Electricité négative (ébonite frottée), chute de potentiel, 1500 à 950 volts en 10 minutes. On touche le bouton de l'électroscope, qui reste relié à la planchette, il revient au zéro ; puis l'aiguille remonte lentement, en 2 ou 3 minutes, à 350 volts; le signe électrique est négatif.

2° Mêmes résultats avec l'électricité positive de verre frotté.

[1] *Déperdition de l'électricité sous l'action de la lumière*, « Archi- des Sciences phys. et nat. », t. XXXIV, 1895, p. 294.

Après décharge complète, on emploie la machine de Holtz, on obtient :

3° Machine de Holtz négative, chute de potentiel de 1500 à 950 volts en 4 minutes, baisse très rapide au début : 450 volts en *deux* minutes, tandis que précédemment elle était de 180 à 190 volts pendant le même temps. Après contact et retour au zéro, le potentiel remonte à 225 volts en 2 minutes, électricité négative.

4° Machine de Holtz positive. Chute de potentiel, de 1500 à 950 volts en 5 minutes, baisse de 370 volts pendant les deux premières minutes, électricité résiduelle positive, l'électromètre monte à 220 volts en 2 minutes.

Après ces expériences, on refait des mesures de déperdition de l'électricité positive et négative produite par le verre frotté et par l'ébonite frottée, les résultats sont les suivants :

5° Electricité positive (verre frotté), chute de potentiel, de 1500 à 950 volts en 10 minutes.

On électrise immédiatement le disque négativement, sans le mettre, pendant un temps prolongé, en communication avec le sol, et on observe :

7° Electricité négative (ébonite) chute de potentiel de 1500 à 950 volts en 6 m. 30 sec.

On électrise une seconde fois le disque *négativement* avec l'ébonite, sans le décharger entièrement, et on observe :

8° Electricité négative (ébonite), chute de potentiel, de 1500 à 950 volts en 10 minutes.

On électrise positivement, sans décharger à fond, et on observe :

9° Electricité positive (verre), chute de potentiel de 1500 à 950 volts en 4 minutes.

On voit que chaque alternance de signe électrique est accompagnée, en employant le disque de bois, d'une déperdition apparente beaucoup plus rapide, quelque soit du reste le procédé d'électrisation.

Des résultats tout semblables se constatent en employant une machine de Holtz. Voici, par exemple, les résultats d'expériences successives faites par un temps très sec, vent du Nord modéré, le local n'ayant servi à aucune expérience d'électricité depuis plusieurs jours :

Expérience 1. Holtz *positive,* chute de potentiel 1500 à 950 volts en 9 m. 45 s.

» 2. Holtz positive 1500 à 910 volts en 9 m.

Expérience	3. Holtz positive	1500 à 920	»	9 m. 30 s.
»	4. Holtz *négative*	1500 à 950	»	4 m. 50 s.
»	5. Holtz négative	1500 à 950	»	5 m.
»	6. »	1500 à 950	»	7 m. 35 s.

En opposition avec ces expériences, qui montrent l'effet d'une électrisation *antérieure* sur la déperdition actuelle du bois, voici les résultats d'expériences faites en prenant toutes les précautions possibles pour ramener à l'état neutre (potentiel du sol), tous les appareils et l'air de la chambre :

Expérience	1. Holtz négative	1500 à 800	volts en	12 min.
»	2. Holtz positive	1500 à 780	»	»
»	3. Ebonite négative	1500 à 750	»	»
»	4. Verre positif	1500 à 710	»	»

On voit que dans ces conditions la différence entre la déperdition de l'électricité positive ou négative produite par une machine de Holtz, par du verre frotté ou par de l'ébonite frottée est insensible, et il serait prématuré d'en tirer la conclusion qu'il y a une différence de nature entre l'électricité produite par l'un ou par l'autre des procédés employés pour électriser les corps.

L'explication des différences constatées nous paraît devoir être cherchée dans les phénomènes de pénétration de l'électricité dans un corps médiocre conducteur tel que le bois. Grâce à cette pénétration, la déperdition apparente qu'indique l'électromètre est la somme des effets dus à la déperdition vraie, dans l'air, et à la pénétration dans le diélectrique.

Mais ce dernier phénomène complique les mesures ultérieures et il est évident que l'électrisation négative, par exemple, de l'étain sur du bois encore chargé dans la profondeur d'électricité positive est accompagnée d'une neutralisation beaucoup plus rapide de la charge négative que celle qui se produirait sur un corps non électrisé.

Ces phénomènes de superposition d'états électriques différents sont connus dès longtemps et ils nous paraissent suffisants pour expliquer les différences observées sans faire intervenir une qualité nouvelle et spéciale dépendant de l'origine de l'électricité employée.

Ces faits ne préjugent pas de la question soulevée par M. de Heen, nous avons voulu seulement montrer que les expériences indiquées ne peuvent suffire pour la résoudre.

Laboratoire de physique, Mars 1898.

DE L'EMPLOI DE LA PLAQUE VOILÉE

COMME ENREGISTREUR

PAR

ADRIEN GUÉBHARD
agrégé de la Faculté de médecine de Paris.

(Avec 13 fig.)

Lorsque, à la lumière rouge, ou même en pleine obscurité, on plonge dans un révélateur actif une plaque neuve de l'espèce dite *instantanée,* il est rare qu'elle n'y noircisse pas, peu ou prou : preuve que le gélatino-bromure emporte de son mode même de fabrication le minimum d'impression lumineuse nécessaire à la réduction du sel d'argent. Si l'émulsion est de l'espèce *lente*, ou le révélateur peu actif, ce *voile latent* peut être insuffisant à se manifester, mais peut toujours être suppléé par une exposition à une lumière faible, calculée de telle manière que la plaque, au développement, devienne grise ou noire uniformément sur toute sa surface.

Alors, s'il se manifeste, dans la révélation, quelque inégalité qui ne puisse être attribuée ni à un défaut de fabrication, ni à une inégalité d'exposition, il faudra bien l'attribuer au seul élément variable en jeu, au liquide.

Or des inégalités de ce genre se manifestent presque toujours si, au lieu de pratiquer le développement suivant la méthode ordinaire, *en agitant constamment le bain*, on abandonne celui-ci au repos, sous une épaisseur n'excédant pas 7 à 8 mm. On trouve, après 10 à 20 minutes d'immobilité, le cliché couvert d'un tachetage floconneux (fig. 1 et 3), tantôt éparpillé en forme de neige *luminoïde* (c'est-à-dire noire sur le négatif[1]), tantôt

[1] J'emprunte cette expression, ainsi que sa corrélative *obscuroïde*, à M. J.-C. Chaigneau, qui a voulu très justement supprimer, en plus de toute hypothèse causale, l'amphibologie que laissent toujours subsister,

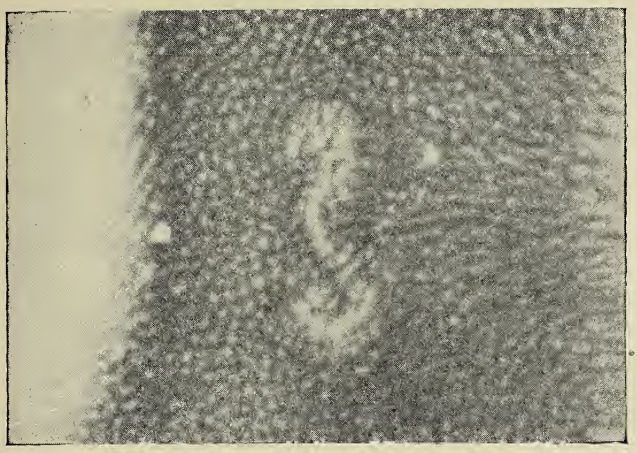


Fig. 1. — Épreuve d'une partie de plaque voilée, laissée 20 minutes au repos dans 40 centimètres cubes de bain pyrogallique dilué. Sitôt survenue la stase apparente du bain, il en avait été rajouté, de 1 centimètre de haut, trois gouttes.

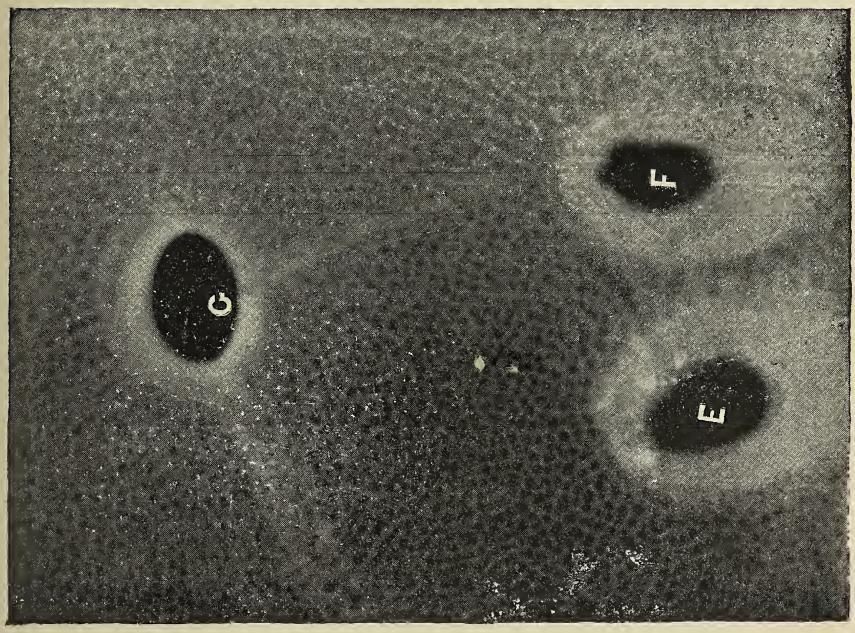


Fig. 2. — Épreuve légèrement réduite de plaque instantanée 9 × 12, abandonnée, sans exposition préalable, dans 45 centimètres cubes de vieux bain pyrogallique renové. *E*, *F* médius et index de gant de chevreau bourrés de grenaille ; *G* petit doigtier de caoutchouc gonflé d'eau, tenu posé sur la gélatine entre trois doigts de la main gauche pour constater l'effet (nul) des vibrations du pouls. Les taches blanches en *E* sont dues à des parcelles sèches de pyro, les rayons du doigtier, l'un, probablement, à une fusée graisseuse, l'autre à une *giclée* liquide. Le pointillé blanc provient d'une détérioration du cliché typographique.

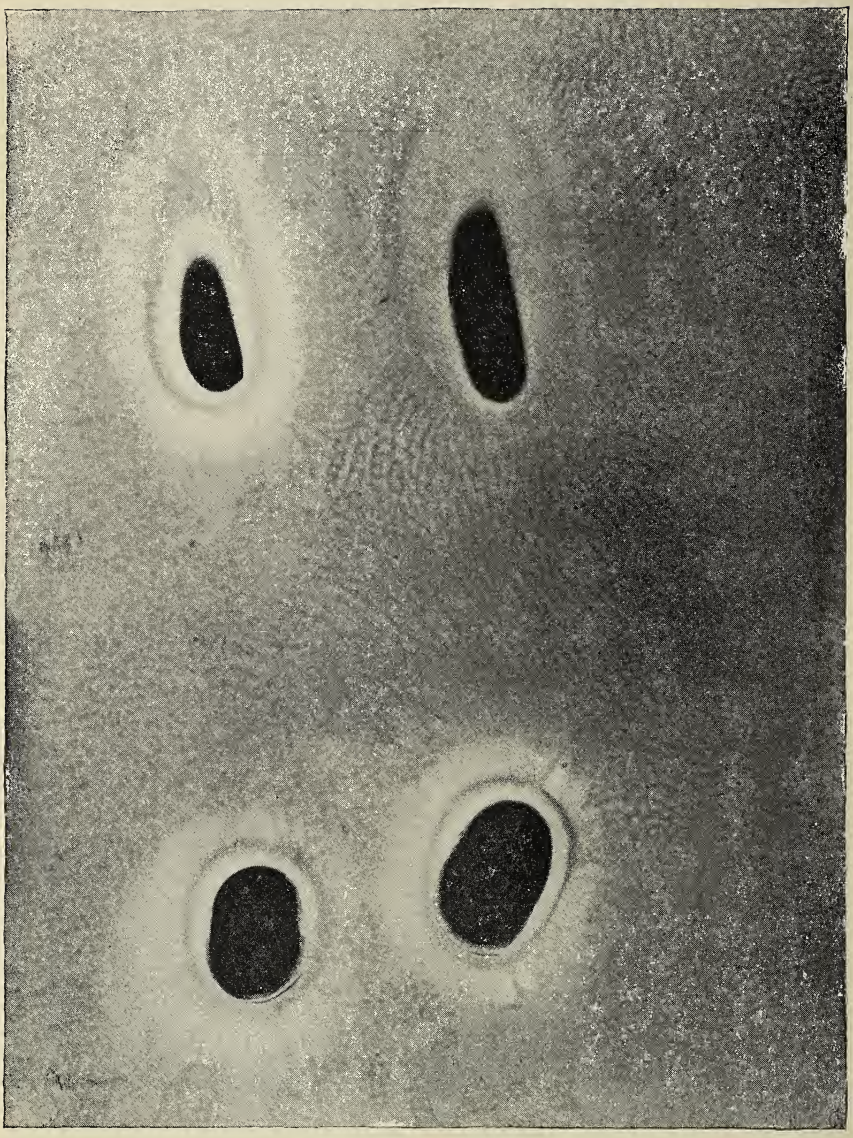


Fig. 3. — Épreuve légèrement réduite d'une portion de plaque lente 13×18, Graffe et Jougla, exposée 3 secondes a la lumière jaune faible et laissée 14 minutes dans 80 centimètres cubes d'eau additionnés de 10 centimètres cubes de pyrogallol concentré de Liesegang, avec, en bas, médius et index de la main gauche; en haut, deux boyaux de caoutchouc arcboutés sur le rebord de la cuvette pendant l'expérience, et gonflés, l'un d'eau chaude, à gauche, l'autre à température ordinaire, à droite. Le pointillé blanc et les stries en dessous de l'empreinte gauche supérieure proviennent d'une détérioration du cliché typographique.

Fig. 4. — Épreuve d'une plaque mouillée, sur laquelle ont été déposés, après immersion dans un bain pyrogallique de 10 millimètres de hauteur, en bas, une bobèche de cristal mince, en haut, deux petits ustensiles de ménage d'enfant, assiette et moule à gâteaux en fer-blanc plissé, pour étudier l'influence de l'inclinaison des parois sur la production de l'auréole.

Fig. 5. — Épreuve d'une plaque mouillée en son tiers de droite, sur laquelle, après immersion dans un bain très affaibli de 1 millimètre de hauteur, a été posée une boule de caoutchouc souillée de parcelles séchées de révélateur pyrogallique.

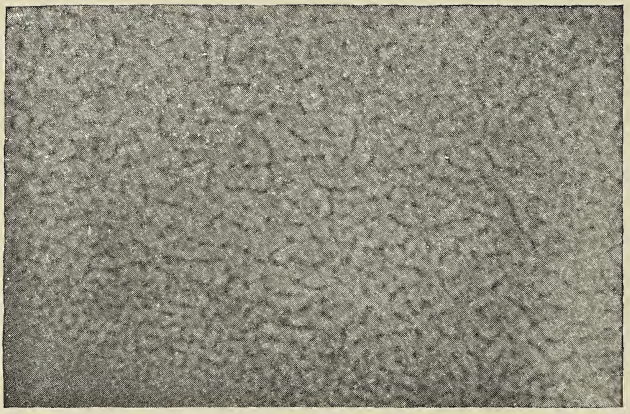


Fig. 6. — Épreuve d'une portion de plaque sèche 9 × 9 placée dans la cuvette, *face en bas*, obliquement relevée, du côté de l'angle droit supérieur, par une nervure du fond.

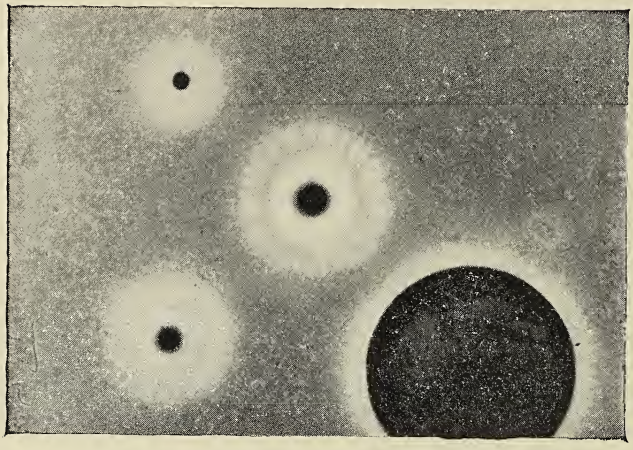


Fig. 7. — Épreuve d'une portion de plaque sèche 9 × 9 sur laquelle ont été apposés, après immersion dans un bain très appauvri et de faible épaisseur, une pièce de deux francs, deux billes inégales et un grain de gros plomb. Sur le cliché se distingue complètement l'effigie de la pièce de monnaie.

Fig. 8. — Superposition du tachetage à une impression précédente de la plaque. Contre-épreuve d'une portion de positif 9×12 laissé 14 minutes immobile dans 45 centimètres cubes de bain pyrogallique au maximum, étendu de son volume d'eau.

Fig. 9. — Effluves de deux pôles chauds obtenus en appliquant, pendant douze minutes, sur la face verre, seule émergente, d'une plaque posée sur des fragments de glace épaisse de 8 millimètres, dans un bain de 100 c. c. au diamidophénol : en haut, un doigt humain, (médius de la main gauche); en bas, un boyau de caoutchouc mince gonflé d'eau chaude, l'un et l'autre appuyés sur les rebords opposés de la cuvette de verre. (Portion de cliché 9×12 réduite de 1/17.)

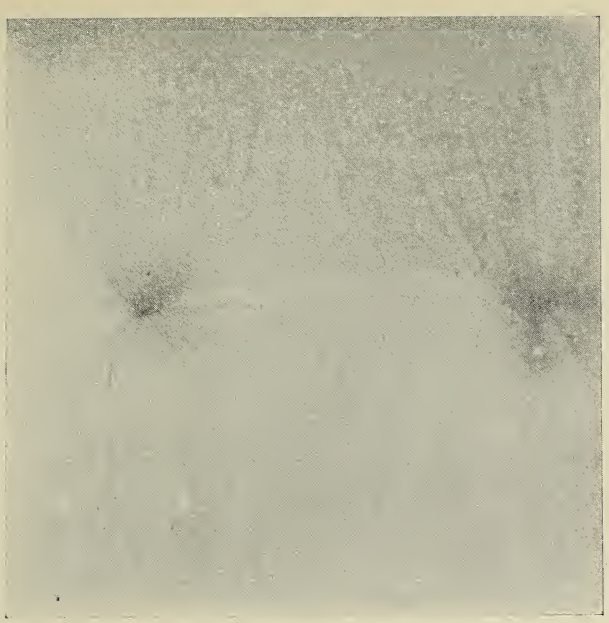


Fig. 10. — Effluves de deux pôles froids obtenus en appliquant, pendant dix minutes, sur la face verre, seule émergente, d'une plaque retournée sur deux cylindres de verre, de 7 millimètres de diamètre, la base de deux tubes fermés, en fer-blanc de 15 millimètres de diamètre remplis de glace pilée. (Portion de cliché 9×12 en grandeur naturelle)

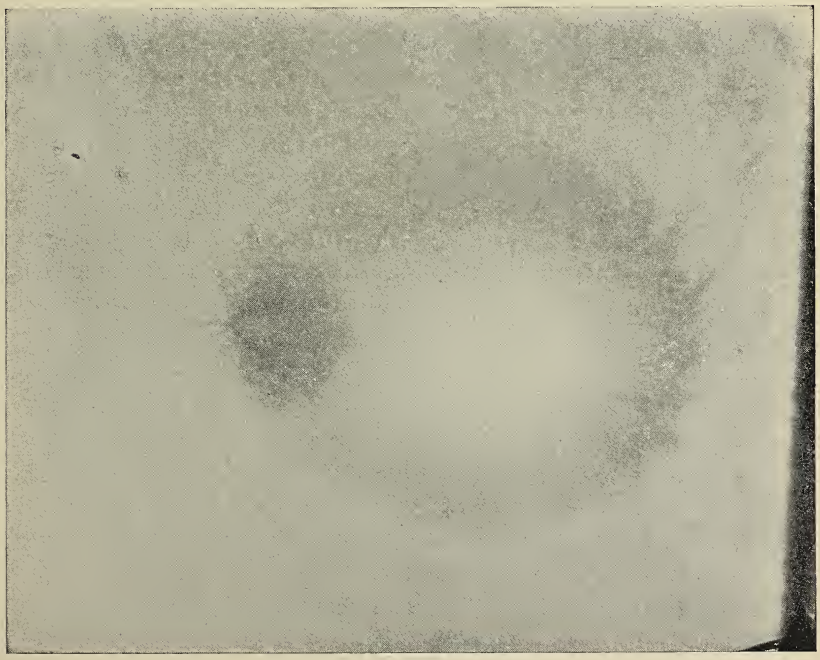


Fig. 11. — Effluves de deux pôles de noms contraires, et d'inégale intensité, l'un à 46° au début, 26° à la fin, l'autre à 0° tout le temps, le bain étant à 15°.

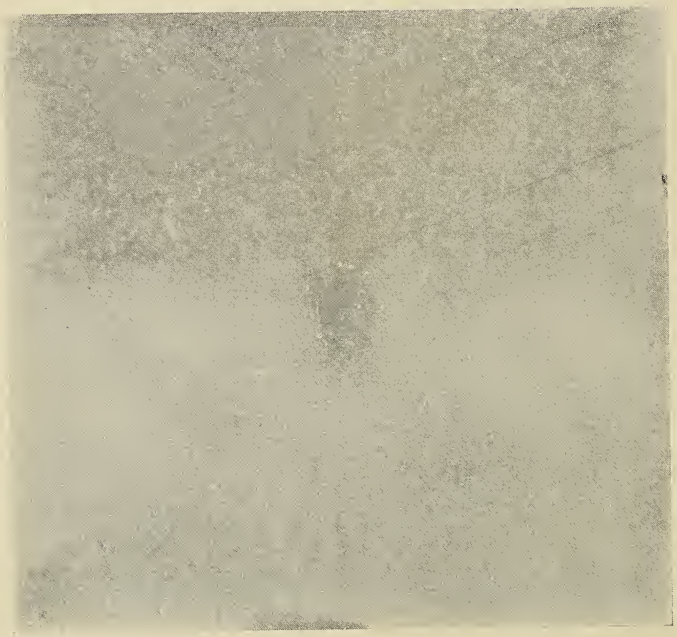


Fig. 12 et 13. — Inversion polaire produite sur une plaque (fig. 13) mise, face en haut, à 3 millimètres en dessous d'une autre (fig. 12), soumise, par sa face verre émergente, à l'action d'un pôle chaud (50° au début, 22° à la fin) entre deux pôles froids (0° au début, 5° et 6° à la fin). Portions de clichés 9×12 légèrement réduites.

obscuroïde enserré d'un fin réseau polygonal (fig. 2), tantôt aligné en chapelets de perles (fig. 3) ou en bandes sinueuses (fig. 8) qui dessinent, à ne pas s'y méprendre, les dernières girations du liquide. Une observation attentive du phénomène *à blanc*, soit avec un révélateur rougi, soit avec un liquide légèrement troublé par du blanc d'Espagne, et qu'on voit se diviser, sous les yeux, comme une sauce qui *tourne*, montre effectivement que toutes ces apparences ne sont que les enregistrements des phases diverses d'un travail de ségrégation moléculaire, dans lequel semblent s'épuiser les dernières forces vives du mouvement de la masse liquide, fractionnée, par le jeu du frottement interne, en une infinité de petits tourbillons annulaires, faisant fonction de freins, le long des dernières lignes de flux.

J'ai étudié en détail ce phénomène, ainsi que d'autres connexes, — enregistrement des lignes d'afflux sur une plaque immergée (fig. 4 et 5), action des ménisques capillaires (fig. 5 et 7), photographie directe, sans lumière (ou *a-photo-graphie*), des objets de faible relief, tels que pièces de monnaie, clichés et gravures typographiques, sections planes d'objets hétérogènes, minéraux ou végétaux; intervention, en cette circonstance, de certains phénomènes d'*osmose interne*, témoins des variations locales de composition du liquide, etc. — dans un grand nombre de publications [1], suite d'une première communication faite à la *Société française de physique*, le 18 juin 1897. C'est dire que les lois, telles que je les ai établies, en sont purement physiques, et n'ont pas plus de rapport que les arabesques du marc de café avec les impressions « psychiques », les figures « d'états d'âme » ou les « extériorisations de corps astral » qu'ont voulu y voir certains observateurs fantaisistes, dont l'aveuglement, jadis excusable, ne saurait plus arguer dorénavant de l'ignorance des causes

dans le langage photographique, les termes *blanc* et *noir*, *clair* et *sombre*, etc., lorsqu'on ne spécifie pas s'ils s'appliquent au cliché ou à l'épreuve positive.

[1] *Soc. fr. de physique*, 18 juin et 16 juillet 1897 ; *C.-R. de l'Acad. des Sc.* CXXV, 814; CXXVI, 40 et 389; *Vie scientifique*, nos 106, 108, 110 ; *Revue scientifique* (4) VIII, 625, et IX, 75 ; *Photographie pour tous*, I, 33, 65, 81 ; *Photo-Revue*, 6e série, nos 8 *bis*, 9 *bis*, 10 *bis* ; *Amateur photographe*, XIV, 49 ; etc. — Toutes publications dont les tirages à part ont été envoyés à la Bibliothèque de la Société.

naturelles véritables, compendieusement établies par les preuves les plus multipliées.

Ainsi en va-t-il des assertions de certains biologistes « vitalistes » qui, à l'instar de feu Lüys et M. David [1], interprétèrent comme photographies de « fluide vital humain » les apparences réellement trompeuses d'*effluves* luminoïdes qui se produisent autour de l'empreinte des doigts (fig. 3 *partim)*, quand on les applique immobiles, suivant la méthode de M. G. Le Bon, l'inventeur de la soi-disant « lumière noire (!) », sur la gélatine d'une plaque dans son bain, ou, mieux encore, sur le dos de la plaque, mise face en bas, sur des supports, à fleur du bain (fig. 9).

Des apparences tout à fait identiques peuvent en effet s'obtenir, toutes conditions égales, par l'apposition d'objets inertes à peu près quelconques (fig. 2), et particulièrement d'un *doigt artificiel* (fig. 3), formé, à défaut de récipient métallique, au moyen d'un boyau de caoutchouc mince, gonflé d'eau chaude, de manière à imiter le mieux possible la forme, la consistance et surtout la thermicité du doigt humain.

La chaleur, en effet, par les mouvements qu'elle communique aux molécules, joue un rôle très important, que l'on peut mettre en relief par l'emploi de *pôles thermiques* réguliers, obtenus en remplissant d'eau chaude ou glacée de petits récipients cylindriques de métal qui, convenablement préservés contre la déperdition thermique par un emmaillottage isolant, compensent, par la conductibilité de leurs parois, l'effet isolant de la stase des couches denses inférieures.

On obtient ainsi, en opérant sur plaque retournée, des figures parfois très régulières et répondant sensiblement au calcul des écoulements stationnaires dans le plan (fig. 9 à 12). De plus, en opérant sur des systèmes multiples de glaces parallèles, superposées dans le même bain, l'on observe, sous l'influence des pôles supérieurs, des effets très curieux de pseudo *induction thermique*, donnant, en-dessous de chaque pôle luminoïde ou obscuroïde de la plaque supérieure, un pôle de nom contraire sur les plaques de position contraire (fig. 12 et 13) et de même nom sur les plaques de même position [2].

[1] *Société de biologie,* 10 juillet 1897.

[2] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* CXXV, 814 (15 novembre 1897).

Mais la preuve que ces résultats ne sont point dûs à une action directe de la chaleur sur le gélatino-bromure, ou sur l'activité des réactions chimiques, comme l'a avancé récemment M. Colson [1], résulte de ce fait que, si l'on retourne l'expérience, si l'on fait agir les pôles thermiques sur la pile de glaces, par en-dessous, fût-ce à travers l'épaisseur d'une cuvette opaque [2], toutes les apparences sont elles-mêmes inversées, des taches obscuroïdes correspondent aux plages chauffées de la glace inférieure, gélatine en haut, et des taches luminoïdes aux points refroidis [3].

C'est donc uniquement le sens du courant de convection par rapport à la gélatine qui détermine le noircissement, et nullement l'action directe de la chaleur, qui n'intervient que comme force motrice, et peut être remplacée par toute autre force motrice quelconque, ainsi que je l'ai vérifié en substituant aux pôles thermiques de simples pôles hydrodynamiques, sous forme de siphons capillaires d'amenée ou d'aspiration au-dessus de la plaque : les résultats, comme figures d'*effluves*, sont encore des plus nets, avec le mérite de justifier, au moins étymologiquement, cette fois, leur nom.

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXVI, 470 (7 février 1898).

[2] Curieux exemple, à noter en passant, d'action photographique à travers corps opaques, sans lumière.

[3] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, CXXVI, 389 (21 février 1898).

Note relative aux planches. — Par suite de l'incurie d'un imprimeur parisien qu'on eût dû croire plus scrupuleux, la plupart des clichés dont nous voulions offrir à nos lecteurs un tirage de luxe ont été préventivement détériorés d'abominable façon, et nous tenons à spécifier que la grêle de trous blancs dont la plupart sont tout criblés représente, en fait d'*état d'âme*, celui dont aucune précaution ne saurait garer : le manque de conscience de l'industriel à l'égard du dépôt confié. A. G.

Les figures qui accompagnent ce mémoire nous ont été gracieusement offertes par l'auteur et nous n'avons pu leur donner un numéro d'ordre spécial à notre publication. *L'Editeur.*

NOTES HELMINTHOLOGIQUES

Communication faite à la Société Vaudoise des Sciences naturelles le 16 mars 1898,

PAR

le Dr **Bruno GALLI-VALERIO**
Prof. extraordinaire à la Faculté de médecine de Lausanne.

I. Un cas de ladrerie chez l'homme.

Sous le nom de *ladrerie*, on entend en médecine humaine et vétérinaire, une affection caractérisée par la présence de certains cysticerques dans les muscles, le tissu conjonctif et accessoirement dans certains organes. Ce mot, qui était jadis appliqué à la lèpre, est passé depuis longtemps dans le langage, on ne sait pas bien comment, pour désigner cette affection parasitaire qui n'a rien à voir avec la lèpre. On a voulu remplacer le mot de ladrerie par celui de cysticercose, mais ce dernier nom a une extension beaucoup plus grande et il est préférable de s'en tenir au premier, d'autant plus qu'il n'est actuellement plus appliqué à la lèpre.

La ladrerie de l'homme, est produite par le *Cysticercus cellulosæ*, larve du *Tænia solium*. Elle n'est pas un fait rare. On en a signalé et on en signale de temps en temps des cas. Toutefois, comme le *T. solium* se fait de jour en jour plus rare, surtout dans les grandes villes, grâce à l'inspection soignée des viandes de porc, la fréquence de *C. cellulosæ* chez l'homme, tend aussi à diminuer. Ainsi, tandis que le cysticerque de l'œil était autrefois relativement fréquent, il est devenu rare aujourd'hui.

Les statistiques recueillies à Berlin par Hirschberg, nous démontrent en effet que, tandis qu'en 1876 il y avait un cas de cysticerque de l'œil sur 420 affections oculaires, en 1878, il y en avait un sur 450, en 1879, un sur 800. En outre, de 1886 à 1889,

Hirschberg a observé à sa clinique ophtalmique un cas sur 30 000 malades et de 1890 à 1894 deux cas sur 43000, tandis que de 1869 à 1885 il en avait observé 70 cas sur 60 000.

Le *C. cellulosæ* peut se rencontrer chez l'homme presque dans tous les tissus et organes. Les plus fréquemment envahis, selon Braun[1], sont le cerveau et l'œil, plus rarement les muscles, le tissu conjonctif sous-cutané, le cœur, le foie, les poumons, la cavité abdominale. On peut en rencontrer de rares exemplaires ou bien des milliers. Ils paraissent plus fréquents chez l'homme que chez la femme (60-66 °/₀ des cas, selon Braun). On sait que l'homme peut s'infecter du *C. cellulosæ* de différentes façons, savoir : par l'usage de salades, boissons, aliments sur ou dans lesquels il peut y avoir des œufs de *T. solium;* par le fait de porter à la bouche les mains auxquelles adhèrent des œufs, lorsqu'il est lui-même porteur du *T. solium*, ou enfin par le fait que les anneaux mûrs du tænia qu'il héberge, remontent dans l'estomac où, sous l'influence du suc gastrique, l'embryon est mis en liberté et va s'enkyster dans les différents tissus.

Je dois le cas dont je vais parler à M. le prof. Stilling, à qui j'adresse ici mes plus vifs remercîments. Voici en résumé le verbal de l'autopsie tel que M. le Dr Hertig, assistant à l'Institut patholohique, a bien voulu me le transmettre :

« B., Jean, âgé de 50 ans. Quelques cavernes au sommet des » poumons, principalement à gauche. Nombreux tubercules dis- » séminés dans les poumons. Rien de particulier au cœur. Tu- » méfaction de la grosseur d'une orange dans la rate. Les autres » organes normaux. En correspondance du bras gauche, il y » avait deux cysticerques, dont l'un assez superficiel, immédia- » tement sous la peau, à 2 cm. au-dessus du pli du coude, l'autre » assez profondément enfoui dans les fibres du brachial anté- » rieur. Au bras gauche, il y avait aussi deux cysticerques : l'un » dans la gouttière du biceps, au milieu du bras, non loin de » l'artère brachiale, le second à l'avant-bras, au milieu des flé- » chisseurs superficiels. Aux jambes, il n'y en avait point. Point » de ténia dans l'intestin. »

Mon examen a porté sur deux de ces cysticerques que l'on a bien voulu m'envoyer. Ils se présentaient comme des kystes ovoïdes, transparents, avec une tache blanche correspondant à la tête invaginée. L'un des cysticerques était long de 1,7 cm. et

[1] *Die thierischen Parasiten des Menschen,* Wurzbourg, 1895.

présentait un poids de 0,50 gr.; l'autre avait une longueur de 1,2 cm. et un poids de 0,25 gr.

Par l'examen microscopique, j'ai pu constater que le petit cysticerque présentait tous les caractères du *C. cellulosæ* Les crochets étaient fort pigmentés en noir, les grands long 172 μ, les petits 100 μ. Le grand cysticerque, au contraire, présentait une anomalie : il manquait de rostre et de crochets. Les deux cysticerques étaient bien vivants, comme j'ai pu m'en assurer en les plaçant sur la platine chauffable où ils ont présenté des mouvements.

Ce cas de ladrerie de l'homme me paraît intéressant pour un fait : On sait que Arndt, Heller, Nabias et Dubreuilh, ont dit avoir observé chez l'homme une ladrerie sous la dépendance de *C. bovis*, en se basant surtout sur l'absence de rostre et de crochets chez les cysticerques qu'ils ont eu l'occasion d'observer.

M. le prof. Blanchard[1] pense que dans ces cas il s'agissait simplement d'une forme anormale de *C. cellulosæ*. Mon cas, dans lequel il y avait coexistence de la forme normale et de la forme anormale sans rostre et sans crochets, me paraît appuyer l'idée de M. Blanchard.

II. Expériences sur le Cysticercus pisiformis. Zeder.

Le *C. pisiformis*, est la larve d'un ténia du chien : *T. serrata*. On le rencontre dans le péritoine des lièvres et des lapins et je l'ai signalé même entre les muscles de la paroi abdominale de ces derniers[2]. Il me paraît assez fréquent à Lausanne, car je l'ai observé chez tous les lapins que j'ai eu l'occasion de disséquer à mon laboratoire. Le 20 novembre 1897, ayant eu l'occasion d'en trouver une grande quantité dans l'épiploon d'un de mes lapins, j'ai fait quelques expériences sur leur résistance aux causes de destruction et j'ai essayé en même temps sur moi-même, la possibilité de leur transformation en *T. serrata* dans l'intestin de l'homme. Déjà à 15°, le *C. pisiformis* présente des mouvements. Si on le place dans l'eau et qu'on élève la température, on voit ses mouvements se faire toujours plus vifs. A 50°, les mouvements ne sont plus réguliers : ils se tranforment en véritables convulsions, et, après une minute à 53°, tous les mouve-

[1] *Traité de pathologie générale de Bouchard,* t. II, 1896, p. 711.

[2] « Mod. zooiatro. », 1896.

ments cessent. Alors, même en les transportant dans de l'eau à 15°, les cysticerques ne reprennent plus leurs mouvements. Placés dans une solution de formaline à 1 °/₀, ils meurent en moins d'une minute; dans la créoline à 2 °/₀ en une demi-minute; dans une solution saturée de chlorure de sodium, ils meurent en 5 minutes. Placés dans l'eau, je les ai conservés vivants pendant 4 jours. M. Baillet aurait, au contraire, observé des *C. pisiformis* flétris depuis 8 jours, reprendre leurs mouvements en les plongeant dans l'eau à 40°.

Le 20 novembre, j'ai avalé 6 de ces cysticerques bien vivants. Je n'ai éprouvé aucun trouble, excepté de légers maux de ventre la nuit, peut être en rapport avec la toxine qui se trouve dans le liquide des cysticerques. J'ai pratiqué ensuite plusieurs fois l'examen des fèces, mais il a toujours été négatif. Le 20 février, c'est-à-dire 3 mois après l'ingestion des cysticerques, j'ai pris une bonne dose de fougère mâle suivie d'huile de ricin, mais je n'ai point éliminé de *T. serrata*.

On sait qu'un médecin français, M. Vital[1], a affirmé d'avoir observé *T. serrata* chez l'homme en Algérie et qu'une observation analogue aurait été faite par Cauvet. Ces observations n'ont pas été acceptées par les parasitologistes. L'expérience que je viens de faire, avec deux autres que Moniez[2], dit aussi avoir faites, parlent contre la possibilité du développement du *T. serrata* dans l'intestin de l'homme.

III. Expériences sur les embryons de Strongylus apri. Gmelin.

Le *S. apri*, connu jusqu'à ces derniers temps par les médecins et les vétérinaires sous le nom de *St. paradoxus. Mehlis*, est un nématode qui vit dans les bronches du porc et du sanglier, chez lesquels il peut déterminer une bronchite vermineuse mortelle et des pseudotubercules. Mais le porc et le sanglier, ne sont pas les seuls hôtes de ce parasite. On l'a aussi observé parfois chez le mouton et même chez l'homme. Notre président, M. Borgeaud, ayant bien voulu m'envoyer un morceau de poumon de porc qui présentait les lésions de la bronchite vermineuse, j'en ai profité pour étudier la résistance des embryons de *St. apri* à différentes causes de destruction.

[1] « Gaz. méd. de Paris », 1874.

[2] *Traité de parasitologie,* Paris, 1896.

Si l'on place dans l'eau des embryons libres ou encore inclus dans les œufs, et qu'on les porte sur la platine chauffable à 20°, on les voit accomplir de vifs mouvements. Mais dès que la température arrive à 53°, la plus grande partie des embryons cessent tout mouvement. Quelques-uns seulement, présentent de légers mouvements jusqu'à ce que la température ait atteint 55°, et de rares exemplaires, renfermés dans les œufs, bougent encore à 58°, mais seulement pendant une minute.

Pour essayer l'action de l'essence de térébentine sur ces embryons, je plaçai dans une petite cellule en verre, de la capacité de 2 cc., une goutte de cette essence et je couvrai la cellule avec une lamelle portant les embryons dans une goutte suspendue; en chauffant la platine à 20°-25°. Après un quart d'heure, les mouvements commencèrent à se ralentir; après 25 minutes, ils étaient devenus extrêmement lents, et ils cessèrent tout à fait après 60 minutes.

Dans une autre expérience, j'ai remplacé l'essence de térébentine par une goutte du liquide suivant:

Mastichis pl.
Euphorbii pl.
Resin. Sandarac. pl. aa. 10.
Ol. tereb. rect. 300.

J'ai constaté alors que, dans les mêmes conditions de température, les mouvements cessaient après 40 minutes.

En plaçant les embryons directement dans l'essence de térébentine ou dans le mélange sus-indiqué, j'ai observé, toujours à 20°-25°, la mort arriver respectivement après 5 et après 2-5 minutes.

Ces observations sur l'action des essences sur les embryons de *St. apri*, démontrent que l'on pourrait appliquer au traitement de la bronchite qu'ils déterminent, les injections trachéales de térébentine comme Eloire[1] les a pratiquées dans les bronchites vermineuses des veaux et Nieman dans celles des moutons[2].

Du raclage du poumon avec les embryons de *St. apri*, étendu en mince couche sur un porte-objets et laissé dessécher à l'air à la température de la chambre, traité après 2 jours avec une goutte d'eau et porté à 25°, présenta encore de nombreux em-

[1] « Bulletin de la Soc. cent. de méd. vét. », 1883, p. 442.

[2] « Rev. f. Thierheilk. u. Thierzucht », 1887, p. 79.

bryons mobiles. Un examen pratiqué 8 jours après, les montra tous tout à fait immobiles. J'ai placé du raclage du même poumon sur du papier buvard mouillé dans des boîtes de Petri, le tout renfermé dans des chambres humides à 14°-15° et à 20°. Presque tous les œufs, en 2 ou 3 jours ont mis en liberté les embryons. Chez les embryons, examinés pendant un mois, je n'ai pas pu constater un développement d'organes. Seulement, le tube digestif devenait plus distinct. Après un mois, il n'y avait plus d'embryons vivants, mais je dois noter que sur le papier il y avait eu un grand développement d'amibes et de mucédinées, qui ont, peut-être, influé sur la vie des embryons de *St. apri.*

RAPPORT PRÉSIDENTIEL

SUR LA

MARCHE DE LA SOCIÉTÉ VAUDOISE DES SCIENCES NATURELLES

pendant l'année 1897.

Présenté à l'assemblée générale du 15 décembre 1897
par M. G. Rey, prof., à Vevey, président.

On a souvent répété: « Heureux les peuples qui n'ont pas d'histoire »; l'on pourrait avec autant de raison appliquer cette maxime aux sociétés et considérer comme heureuses celles dont la vie annuelle s'est écoulée calme et paisible. Mais, par contre, combien est à plaindre le malheureux obligé d'écrire cette histoire qui n'existe pas et contraint, en vertu d'un règlement, de trouver, malgré l'absence de faits, les éléments d'un rapport qui soit de nature, si ce n'est à intéresser, au moins à ne pas trop ennuyer. Or, c'est le cas pour celui qui vous parle en ce moment, et il vous prie d'avance de lui pardonner le peu de valeur et d'intérêt des lignes qui vont suivre.

En effet, l'année 1897 a été pour la société une année de calme et de repos. Non pas, je me hâte de le dire, au point de vue des travaux scientifiques de ses membres, mais bien par tout ce qui concerne la vie administrative et les manifestations extérieures. Car cette année il n'y a eu, à proximité du moins, ni anniversaires, fêtes, congrès ou expositions, ni même souscriptions, où la Société ait été appelée à figurer.

Je suis heureux de pouvoir dire dès le début que le résumé que j'ai à vous présenter de la vie de notre Société pendant cette année n'est nullement attristant et que, malgré quelques ombres inévitables, ce résumé est de nature à encourager tous les amis de la Société à lui conserver leur appui et leur aide.

La mort nous a enlevé trois membres: M. Reverchon, ingé-

nieur à Vallorbes, MM. Ch. Bugnion et L. Bornand, à Lausanne. M. Bugnion, dans la période de 1830 à 1850, a contribué avec zèle à l'enrichissement des collections du Musée cantonal et au développement de la vie scientifique dans le canton. Il était le doyen de notre Société, dans laquelle il entra déjà en 1828, à l'âge de 17 ans, et dont il fut pendant de nombreuses années le caissier dévoué.

A ces trois décès, il faut ajouter sept démissions, celles de MM. Bœhm, Chenevière, de Crousaz, Dieck, Gaud, Rehm et Rochat.

Heureusement que ces vides sont compensés par dix-sept admissions: MM. Keller, à Evian; Gross, Astié, Schulmann, Schiffmann et Mack, à Lausanne; Bellet, Burnat, Bær, Caspari, de Montet, du Pasquier, Glardon, Lavanchy et Nicollier, à Vevey, et la Société des amis des Sciences, à la Vallée.

Le nombre de nos membres a augmenté de sept et est actuellement de 248.

Ce chiffre pourrait sans doute être plus élevé, mais il faut se rappeler que la concurrence existe sous la forme de uombreuses sociétés réunissant les spécialistes. Agriculteurs, forestiers, géologues, chimistes, etc., ont tous leurs associations particulières qui nous ont déjà enlevé bien des membres et en particulier les médecins.

L'avantage et la force de notre Société résident dans le fait qu'elle réunit toutes les sciences et qu'elle accueille avec bienveillance et intérêt des communications sur les sujets les plus divers.

La diviser en sections comme cela vous est proposé, serait lui faire perdre ce caractère et l'affaiblir au profit des sociétés spéciales dont je viens de parler. Pour être forts, restons unis.

Nous devons également mentionner avec regret la mort de deux de nos anciens membres honoraires: M. le professeur de zoologie J. Steenstrup, à Copenhague, nommé honoraire en 1858, et M. Victor Trevisan, botaniste à Menza.

Vous avez peut-être été surpris qu'à l'assemblée générale du mois de juin il n'ait point été fait de nomination de membres honoraires. Ce n'est nullement par oubli, mais bien à la suite d'une décision mûrement réfléchie du comité.

Notre règlement prévoit que le nombre des membres honoraires ne peut dépasser 50, mais cela n'implique pas l'idée que nécessairement les 50 places doivent être occupées. Or le 15 juin,

les deux savants dont je vous annonce le décès vivaient encore, et la liste d'honoraires comprenait 47 noms.

Il a paru convenable au comité de laisser quelques vides dans cette liste et de prévoir l'éventualité d'un événement scientifique, d'une cérémonie, dans le pays ou à l'étranger, où la Société serait heureuse de pouvoir contribuer par la nomination simultanée de plusieurs membres honoraires.

Actuellement, le nombre des vacances s'élève à cinq, et le futur comité aura à voir dans quelles proportions elles doivent être remplies.

Les questions administratives ont été très peu nombreuses, aussi le comité n'a tenu que trois séances, dans lesquelles ont été traitées des affaires courantes de peu d'importance. Il faut en excepter cependant la proposition faite récemment par l'un de nos membres de diviser la Société en sections [1], et celle-ci va vous être présentée dans quelques instants par le comité. Ce dernier vous proposera d'avancer l'époque de la reprise de nos travaux en automne en plaçant une séance au milieu d'octobre.

Notre situation financière ne s'est pas modifiée, pour autant du moins que l'on peut en juger avant la clôture des comptes de l'année. Le portefeuille des titres n'a pas subi d'autre changement que le remplacement d'une obligation sortie à un tirage par une autre de même nature, et cela ensuite du préavis du président de la commission financière. Enfin, le compte d'intérêts ne nous a pas causé de surprises désagréables, comme cela a été si souvent le cas les années dernières, et nous pouvons espérer qu'il restera encore le même l'année prochaine.

Comme relations extérieures, je citerai les invitations que nous avons reçues de la Murithienne du Valais et de la Société d'émulation du Doubs pour assister à leur réunion annuelle, de la Société d'histoire naturelle de l'Hérault pour assister à l'inauguration d'un monument élevé au botaniste Duchartre. Votre président a répondu à chacune de ces sociétés en les remerciant de leur amabilité.

Un témoignage de sympathie a été adressé à notre honoraire, M. Cramer, à Zurich, à l'occasion de son 40e anniversaire d'enseignement.

Les deux délégués que vous aviez nommés pour nous repré-

[1] Cette proposition a été retirée par son auteur.

senter à la session de la Société helvétique, MM. Buhrer et Cornu, ayant été empêchés au dernier moment de se rendre à Engelberg, M. Schardt a bien voulu les remplacer.

Lors de la réunion annuelle de Vevey, des invitations ont été adressées aux quatre sociétés de sciences naturelles des cantons voisins : Fribourg, Genève, Neuchâtel et Valais. Elles nous ont répondu, soit par l'envoi de délégués, soit par des lettres d'une aimable cordialité.

Jusqu'à présent, ces invitations à la séance du mois de juin avaient été partielles et irrégulières. Il faut espérer qu'à l'avenir elles deviendront la règle. Si cette innovation introduite par votre comité cette année pouvait devenir une habitude régulière, elle aurait certainement pour avantage de resserrer les liens de bonne confraternité qui doivent unir des sociétés dont les membres ont les mêmes préoccupations et les mêmes désirs.

La bibliothèque a été ouverte 90 fois, et sans compter les ouvrages consultés sur place il a été délivré 706 volumes et brochures à 184 personnes. Le bibliothécaire a été autorisé, provisoirement et sous sa responsabilité, à permettre l'usage de nos livres à des élèves des établissements d'instruction publique, pour leurs études ou pour des travaux de concours. En accordant cette permission, le comité a cru bien agir, car on encourage et facilite ainsi le goût et l'étude des sciences, ce qui est un des buts de la Société, et, de plus, on espère lui préparer de nouvelles recrues.

Les achats ont été rares, je citerai *La face de la Terre*, par Suess, et les numéros manquants des *Cryptogamenflora* et du *Jahrbuch du Club alpin suisse*, dont les collections sont maintenant complètes. Néanmoins la bibliothèque s'est sensiblement accrue. D'abord par les échanges, dont l'importance augmente toujours plus et dont il a été accepté quatre nouveaux cette année; puis beaucoup de dons sont venus garnir nos rayons. 43 volumes et 157 brochures nous ont été remis par 30 donateurs. Ce serait trop long de les indiquer tous ici, leurs noms se trouveront du reste dans la liste des dons qui paraît dans le Bulletin. Je signalerai seulement parmi les principaux : MM. le prof. Renevier, Dumur, directeur ; Delebecque, ingénieur : le comité du Congrès géologique de Zurich ; le ministère des colonies néerlandaises. Que tous reçoivent l'expression de notre profonde gratitude pour leurs généreux dons.

Je ne veux pas quitter nos livres sans remercier vivement

notre dévoué bibliothécaire pour tout le zèle qu'il déploie dans l'accomplissement de son devoir.

Une autre personne qui a droit aussi à tous nos remerciements, c'est l'éditeur du Bulletin, qui a eu cette année la tâche ingrate de publier un bulletin sans avoir en mains les matériaux suffisants. Vous avez reçu cette année quatre fascicules, soit, au printemps, le dernier du volume XXXII, en été et en automne, les trois premiers du tome XXXIII. Mais ce n'est pas sans peine que ce résultat a été obtenu, et l'éditeur a plus d'une fois désespéré d'y arriver, car les travaux lui ont fait défaut.

Lors de la fondation de l'Université, vous avez pris des mesures pour garer notre publication contre un envahissement de travaux de concours et de thèses de doctorat, et vous vous souvenez que jadis on lui reprochait d'être trop volumineuse et d'absorber toutes les ressources de la Société.

Hélas, ces mesures étaient inutiles, et le reproche serait peu fondé actuellement. Depuis quelques années, en effet, le Bulletin n'a plus l'ampleur des temps passés, il a beaucoup diminué et ne représente plus comme autrefois un tableau fidèle de l'activité scientifique des membres de la Société. Les publications spéciales à chaque branche de la science lui font du tort.

J'attire votre attention sur ce fait fâcheux et prie instamment ceux d'entre vous qui publient des travaux de bien vouloir penser à l'organe de la Société et le favoriser de leur préférence. Grâce à son service très vaste d'échange, le Bulletin leur assure une publicité étendue et éclairée.

L'activité scientifique de la Société en dehors du Bulletin s'est manifestée par un total de 58 communications qui se répartissent de la manière suivante dans les diverses sciences :

Physique et météorologie, 21 ; chimie 12 ; géologie et géographie, 10 ; zoologie et botanique, 11 ; mathématiques, 4.

Ai-je besoin, Messieurs, de vous rappeler la réunion de Vevey, laquelle, chose rare dans les annales de la Société, réunissait 110 participants. Ceux qui y ont assisté n'oublieront pas l'accueil cordial et affectueux de la famille Couvreu, qui avait bien voulu offrir la collation du matin dans sa belle propriété de l'Aile. Quoique les traditions de généreuse hospitalité qui règnent dans cette famille soient bien connues de chacun, nous devons néanmoins la remercier de l'avoir exercée vis-à-vis de notre Société avec autant d'amabilité, étant donné surtout le fait que l'état de

santé de son chef l'empêchait, à son grand regret, d'être au milieu de nous.

M. Couvreu est, après M. Ch. Dufour, notre plus ancien membre, et vous vous joindrez à moi pour exprimer le vœu que nous puissions le voir figurer encore longtemps en tête de notre liste de sociétaires.

Vous vous souvenez de la gaîté et de l'entrain qui ont régné pendant le dîner suivant une séance bien remplie, ainsi que des visites intéressantes à l'usine Nestlé et à l'Ecole de viticulture, où une réception clôturait la journée.

Si le mauvais temps a contrarié la course du lendemain, elle n'en a pas moins laissé de bons souvenirs à ceux qui l'avaient entreprise.

Je remercie les autorités communales et la Société des carrières de Saillon pour la part qu'elles ont prise à la réussite de cette journée, et les directeurs de l'usine Nestlé et de l'Ecole de viticulture pour leur amabilité à notre égard.

Je remercie également les membres veveysans pour l'aide qu'ils ont donnée au président dans l'organisation de cette réunion et pour leur appui financier. Car, en effet, malgré les frais assez élevés qu'elle a entraînés, aucune dépense quelconque n'a dû être mise à la charge de notre caisse.

Les séances ordinaires ont été en général bien nourries et relativement fréquentées, surtout si on les compare avec quelques-unes des années précédentes. Le nombre des assistants n'a jamais été inférieur à 25 et a plusieurs fois dépassé 50.

Je remercie les membres fidèles que nous voyons avec plaisir assister à toutes les séances, mais il faut constater avec regret que le nombre en est restreint, et je souhaiterai de le voir s'augmenter notablement. Puis, tout en conservant ce noyau fidèle, c'est avec plaisir que nous verrions aussi de temps à autre aux séances beaucoup de nos collègues qui semblent ignorer le chemin de ce local et n'ont de relations avec la Société que par l'intermédiaire du caissier. Que l'on veuille bien se souvenir que la vitalité et la prospérité d'une société ne dépendent pas seulement de l'état de sa caisse, mais plus encore de l'intérêt que lui montrent ses membres et du concours qu'ils apportent au but qu'elle poursuit.

Il est une erreur encore trop répandue dans le public et chez plusieurs de nos membres: C'est la croyance que nos séances

sont des assemblées solennelles où ne peuvent parler que les sommités scientifiques exposant des travaux originaux de grande envergure et où, par conséquent, le modeste amateur de sciences n'a qu'à écouter et se taire.

Non, il suffit d'entendre les résumés de travaux faits à l'étranger, les courtes, mais intéressantes communications de plusieurs, et surtout les demandes d'explications, les échanges de vues, les discussions souvent si nourries qui suivent l'exposé d'un travail, pour comprendre que les séances sont accessibles à tous. Elles sont une école d'enseignement mutuel où chacun est tour à tour maître et élève pour le plus grand profit de tous.

Je remarque également combien la participation des étudiants aux séances est faible en comparaison de ce qu'elle pourrait et devrait être. Qu'ils se rappellent qu'ils y sont les bienvenus et que c'est toujours avec plaisir que nous les verrons au milieu de nous, participer à nos travaux et nous exposer le résultat de leurs premières observations et premières recherches.

En terminant, il me reste un devoir agréable à remplir, c'est de remercier mes collègues du comité, ainsi que le secrétaire, éditeur, bibliothécaire et caissier, pour la complaisance qu'ils ont mise à me faciliter ma tâche. Je dois m'excuser auprès de ces derniers d'avoir compliqué leur besogne par le fait de la nombreuse correspondance que je leur ai imposée, vu mon éloignement du chef-lieu.

Et vous tous, Messieurs, recevez mes remerciements pour l'honneur que uous m'avez fait et le plaisir que vous m'avez procuré en m'appelant à vous présider. Je conserverai toujours le souvenir de la cordiale sympathie que vous n'avez cessé de me témoigner.

Que dans notre patrie la prospérité aille en croissant, et que dans son sein la Société vaudoise des sciences naturelles continue à se développer, ce sont les vœux que je fais en prenant congé de vous.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

NOUVELLES PUBLICATIONS :

GUIDE

pour l'analyse chimique qualitative des substances minérales et des acides organiques et alcaloïdes les plus importants,

par Dr H. BRUNNER,

Professeur de Chimie à l'Université de Lausanne, Directeur de l'Ecole de Pharmacie.

Deuxième édition, revue et augmentée. — 1 vol. grand in-4°. Prix : 5 fr.

ABAQUE LOGARITHMIQUE

POUR LE CALCUL DES CONDUITES D'EAU SOUS PRESSION

par A. van MUYDEN, Ingénieur civil.

Tableau à quadruple entrée, représentant la relation entre le diamètre des tuyaux, la pente de la ligne de charge par mètre de conduite, le débit et la vitesse de l'eau, un tableau avec texte explicatif, problèmes et exemples. — Prix : 1 fr. 50.

BARRAGE DU PERIYAR. BARRAGES EN VOUTES

par J. GAUDARD,

Professeur à l'Ecole des Ingénieurs.

Grand in-8°, avec planches. Prix : 1 franc.

PRÉCÉDENTES PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR :

Notes sur les types fondamentaux de poutres métalliques et sur le système cantilever. In-8° avec planche . . . . Fr. 2.50

Application du système cantilever aux halles métalliques. Halle des machines de l'exposition suisse en 1896. In-8° avec fig. . Fr. 1.—

Progrès des constructions maritimes. In-8° . . . . . » 1.—

Vues d'ouvrages d'art. Réparations de viaducs en maçonnerie. Perfectionnement des poutres métalliques. Bâches de ponts-canaux. Elargissement du Grand-Pont de Lausanne. Grand in-8° avec figures et 2 planches . . . . . Fr. 2.50

CARTE DU CANTON DE VAUD

ADOPTÉE PAR LE

DÉPARTEMENT DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Nouvelle édition revue et complétée. — 30me mille.

Prix : pliée, 60 cent. ; collée sur toile, 90 cent.

EN PRÉPARATION :

La cinquième édition de la **Grande carte murale du Canton de Vaud**, augmentée des principales voies de communication, routes et chemins de fer, recommandée pour les bureaux, hôtels et pensions.

Prix, montée et vernie sur gorge et rouleaux. 20 francs.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

ASCENSIONS ET FLANERIES

LES ALPES SUISSES

par EUGÈNE RAMBERT

Seconde édition. — Vol. in-12. Prix : 3 fr. 50.

LE DIVORCE PAR CONSENTEMENT MUTUEL

ÉTUDE

DE LA LÉGISLATION COMPARÉE ET DU DROIT DÉSIRABLE

par ETIENNE B. DE RAWICZ,

licencié en Droit.

1 vol. in-8°. Prix : Fr. 4.

Guide et formulaire de Thérapeutique générale et spéciale

par le Dr HERZEN.

Un volume in-16 de 495 pages, relié 5 fr.

BIBLIOTHÈQUE DU NATURALISTE

ATLAS DE POCHE, AVEC TEXTE, RELIÉS TOILE

Plantes des champs, des prairies et des bois, à l'usage des promeneurs et des excursionnistes, seconde série, par SIÉLAIN, 128 planches coloriées . . . . . Fr. 6.50

ONT PRÉCÉDEMMENT PARU :

Flore coloriée à l'usage du touriste dans les montagnes de la Suisse, de la Savoie, du Dauphiné, par H. CORREVON. 144 planches, 181 plantes . . . . . Fr. 6.50

Les Champignons les plus répandus, comestibles et vénéneux, par P. DUMÉE. 36 planches coloriées . . . . . Fr. 4.—

Les Insectes utiles ou nuisibles, par E. DONGÉ. 72 planches coloriées représentant 322 insectes . . . . . Fr. 6.50

Les Oiseaux, 72 planches coloriées. . . . . Fr. 6.50

POUR PARAITRE :

Les Papillons.

LEÇONS DE PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE A L'USAGE DES ÉTUDIANTS

par HENRI DUFOUR,

Professeur à l'Université de Lausanne.

Vol. in-4°, autographié. Prix : 5 francs.

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES SCIENCES NATURELLES

4e S. — Vol. XXXIV.

No 128.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 6 figures dans le texte, 2 planches.
Prix : 4 francs.

Contenu :

	Pages
H. Dufour. — Observations météorologiques pour 1896	85
H. Schardt. — Les régions exotiques du versant nord des Alpes suisses (Pl. I)	114
L. Benoit. — Sur quelques propriétés du trapèze	220
Henri Blanc. — Le Plankton nocturne du lac Léman (Pl. II)	225
Paul-L. Mercanton. — Sur la phosphorescence des glaciers et des neiges	231
Situation au 31 décembre 1897	240
Rapport de la Commission de vérification des comptes pour l'exercice 1897.	242

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1927
275778
NATIONAL MUS

LAUSANNE
LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND.
LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Juin 1898.

COMITÉ POUR 1898

Président :	MM. Borgeaud, A., dir. des Abattoirs,	Lausanne.
Vice-Président .	J. Amann, pharmacien,	id.
	Bugnion, E., prof., Souvenir,	id.
	Jaccard, Paul, av. de Menthon 12,	id.
	P. Vionnet, av. Bergières,	id.
Secrétaire :	Pelet, L., La Laurelle, Valentin,	id.
Bibliothécaire :	Lador, Henri, Musée géologique,	id.
Editeur du Bulletin :	Roux, F., Direct. de l'Ecole Indust.,	id.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Curchod-Verdeil,	id.
	Nicati, pharmacien,	id.
	Rosselet, Chef d'institution,	id.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé, en copie lisible, à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Bibliothécaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., maison de la Consommation, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXXIV. N° 128. 1898.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à la Station météorologique du Champ-de-l'Air,

INSTITUT AGRICOLE DE LAUSANNE

Xe ANNÉE, 1896

XXIIIe année des observations météorologiques de Lausanne.

TABLEAUX

rédigés par **Henri DUFOUR**, prof., chef du service météorologique.

Observateur, D. VALET.

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

ANNÉE 1896

Cette année a été froide et malheureusement les écarts négatifs de la température se sont produits surtout pendant les périodes de printemps et d'été ; on ne trouve en effet d'avril à fin novembre qu'un seul mois : juillet, à température un peu supérieure (0.65) à la moyenne de vingt ans. — Le mois d'août en particulier a été très au-dessous de

la moyenne (2°6). Septembre et octobre sont restés également, quoiqu'à un moindre degré, au-dessous de la normale.

La température exceptionnellement élevée de mars : 7°3 au lieu de 4°5 n'a été que l'augure trompeur d'une bonne année. Ce mois de mars fut l'un des plus chauds du siècle, il a ressemblé beaucoup à ceux des années 1880 et 1882.

L'année 1896 dans son ensemble est une année froide, car sa température est de 0°5 au-dessous de la moyenne, elle ressemble par ce caractère aux années 1879, 1889 et 1891. Le nombre de jours froids s'est élevé à 73 et celui de jours très froids à 10.

Le petit tableau suivant donne le résumé des valeurs thermiques moyennes des divers mois.

	1896	Différence avec moyenne	Jours froids	Jours très froids
Janvier . . .	—0.9	—0.3	26	7
Février . . .	– 0.1	—1.5	24	3
Mars	7.3	+2.9	—	—
Avril	7.5	—1.4		—
Mai	12.6	—0.1	—	—
Juin	16.2	—0.4	—	—
Juillet. . . .	19.1	+0.7	—	—
Août	15.3	—2.6	—	—
Septembre . .	13.9	—0.6	—	—
Octobre . . .	8.5	—1.0	—	—
Novembre . .	2.9	—1.7	5	—
Décembre . .	1.6	+1.1	18	—
	8.66	—	73	10

Pluie et neige. — Si l'année 1896 présente un déficit pour la température, elle nous offre en revanche, un excès de chute de pluie.

La quantité d'eau tombée s'élève en effet à 1166^{mm} au lieu de 1034, c'est donc 132^{mm} de plus que la normale. Les mois remarquables par leur excès de pluie sont : octobre, septembre, juin, août, puis mars, avril et décembre. La chute de pluie en octobre dépasse de 119^{mm} la moyenne de ce mois qui est le plus pluvieux de l'année.

Février a été exceptionnellement sec, il n'est tombé en effet que 3^{mm},4 d'eau en deux jours de pluie.

Le nombre total de jours de pluie est de 180 (en comptant tous les jours dans lesquels il a plu). C'est presque un jour sur deux.

Les mois d'août, de septembre et d'octobre ont entr'eux 62 jours de pluie.

Insolation. — Ce grand excès de pluie est naturellement accompagné d'un fort déficit dans l'insolation, le nombre d'heures de soleil est de 1792 au lieu de 1932 ; il en manque donc 140. — Août et septembre ont été particulièrement sombres, ce qui a eu un effet très défavorable sur le développement de la vigne.

En faisant (comme nous l'avons fait en 1895), la somme des heures de soleil d'avril à septembre, on en trouve 1257, soit 80 de moins que la moyenne de 10 ans ; en 1895, il y avait eu dans cette même période 1529 heures de soleil. La différence entre les deux années successives est donc de 272 heures.

Température du sol. — Au commencement de janvier, la température du sol était de 3°9 à 0^{m},25 ; 3°9 à 0^{m}50 et 5°1 à 1 mètre. — Au 29 décembre, elle était de 2°1 à 0^{m}, 25 ; 3°3 à 0^{m},50 et 5°0 à 1 mètre. — La différence est très faible.

Les époques d'inversion, de printemps et d'automne, ont eu lieu du 6 au 10 mars et du 17 au 22 septembre. Le maxima de température à 1er est arrivé le 28 juillet avec 19°40.

Pendant l'année 1896, comme les années précédentes, les stations pluviométriques de Pierra-Portay (Lausanne), Clarens, Valleyres, Mimorey, Morges, Sion nous ont adressé fidèlement leurs observations. Nous remercions ici nos dévoués collaborateurs.

Lausanne, 1898.

Le Chef du Service météorologique, Henri Dufour, prof.

L'Observateur, D. Valet.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU CHAMP-DE-L'AIR

TABLEAUX MENSUELS

Année 1896.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de JANVIER 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	5,2	8,6	3,0	5,6	9,5	3,5	715,8	716,5	717,5	716,6
2	2,9	6,5	0,6	3,3	8,7	1,5	19,1	18,7	19,1	18,9
3	—0,8	2,8	—0,3	0,6	5,7	—1,0	18,6	18,2	18,0	18,2
4	—1,0	2,0	1,8	0,9	3,0	—1,0	16,9	16,4	17,1	16,8
5	0,8	1,8	0,0	0,9	3,2	—0,7	19,3	21,6	23,1	21,3
6	—1,6	1,8	—1,2	—0,3	4,2	—1,6	23,5	22,7	22,1	22,7
7	—1,8	—1,2	—1,6	—1,5	—0,6	—3,0	22,9	23,0	24,1	23,3
8	—3,7	1,3	—1,6	—1,3	2,8	—4,0	22,6	20,9	19,4	20,9
9	—3,1	—5,4	—6,8	—5,1	—2,8	—4,0	17,9	18,8	19,7	18,8
10	—8,7	—6,8	—9,6	—8,4	—5,5	—8,7	18,7	18,3	19,7	18,9
11	—11,7	—8,2	—9,1	—9,7	—7,2	—11,8	19,1	19,4	19,1	19,2
12	—7,6	—6,1	—8,0	—7,2	—3,8	—9,7	17,5	16,7	16,2	16,8
13	—6,3	—1,5	—4,7	—4,2	0,3	—8,0	14,5	14,5	12,9	17,3
14	—4,2	—1,3	0,2	—1,8	—1,2	—5,8	09,4	04,0	0 ,8	5,4
15	0,0	4,3	0,8	1,7	7,2	—1,3	08,2	10,3	11,4	9,9
16	1,4	4,0	0,6	2,0	5,6	0,1	13,3	17,7	21,0	17,3
17	1,8	5,7	1,6	3,0	9,0	0,5	21,9	21,6	22,4	21,9
18	—0,6	5,7	1,6	2,2	8,4	—0,8	21,0	20,3	18,9	20,0
19	—0,4	0,9	—1,1	—0,2	2,0	—2,5	19,4	20,2	20,6	20,0
20	—0,8	—0,2	—1,3	—0,8	1,1	—1,5	20,8	21,0	20,9	20,9
21	—1,6	—1,2	—1,8	—1,5	—0,2	—1,7	21,7	21,9	22,0	21,8
22	—2,4	—0,6	—2,6	—1,9	1,1	—2,5	21,2	20,2	20,0	20,4
23	—1,4	3,6	—1,5	0,2	5,5	—2,8	19,1	18,5	19,0	18,8
24	—0,8	2,2	—2,3	—0,3	4,5	—1,8	19,6	19,1	19,6	19,4
25	—3,6	2,3	—2,4	—1,2	4,0	—4,0	19,3	20,8	19,7	19,9
26	—2,2	0,6	—2,2	—1,3	3,0	—3,0	19,4	19,0	20,0	19,3
27	—1,0	4,4	1,2	1,5	5,7	—2,5	20,7	19,9	20,7	20,4
28	—0,6	4,8	—0,7	1,6	6,0	0,5	22,6	23,5	25,1	23,7
29	—0,7	3,8	—0,6	0,8	5,5	—2,0	27,0	28,0	30,2	28,4
30	—3,0	1,4	—4,0	—1,9	3,5	—3,0	30,4	31,1	31,8	31,1
31	—4,6	0,7	—2,8	—2,2	2,5	—5,0	31,0	29,8	27,9	29,5
Moyen.	—1,96	1,18	—1,77	—0,85						719,9

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence.	9	38	11	8	7	9	4	7	
Vitesse. . .	6,4	12,2	3,3	1,7	3,7	5,1	2,6	5,4	31,0

Extrêmes de température : Max. 9° 5 le 1er ; min. —7,2 le 11.
Extrêmes de pression : Max. 731,8 le 30 ; min. 702,8 le 14.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555m.8. *h*. 1m.10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
80	69	90	—	4,2	—		1
93	66	95	—	6,3	—		2
87	87	100	—	2,0	—	Gel. bl. puis brouillard.	3
100	85	95	—	0,2	—		4
85	77	85	—	3,0	—		5
88	70	87	—	7,3	—		6
88	85	85	—	—	—		7
90	74	100	1,0	6,3	—		8
80	70	71	0,5	2,1	—	Neige.	9
67	60	70	—	7,1	—		10
77	74	74	—	—	—		11
85	80	85	—	0,2	—		12
85	66	89	—	3,2	—		13
85	77	100	9,7	—	—	Neige.	14
80	56	87	2,3	3,2	—		15
100	65	100	3,4	1,2	—	Pluie-neige	16
95	69	94	—	2,0	—		17
89	63	88	—	8,3	—		18
100	96	100	—	—	—	Brouillard.	19
100	100	100	—	—	—	id.	20
100	100	100	—	—	—	id.	21
100	100	100	—	—	—	id.	22
90	68	95	—	4,2	—		23
90	70	100	—	2,2	—		24
80	76	100	—	7,0	—	Brouil.-soir.	25
100	82	98	0,1	—	—		26
96	69	87	—	7,3	—		27
87	60	87	—	5,2	—		28
83	66	80	—	6,3	—		29
82	65	85	—	6,2	—		30
97	76	90	—	6,0	—		31
			17,0	107,0			Moyen.

Dates :		31 déc.	3.	7.	10.	14.	17.	21.	24.	28.	31.
Température du sol	1m	5,1	5,5	5,3	4,9	4,2	4,0	3,8	3,7	3,7	3,6
	0m5	3,9	4,5	3,6	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	0m25	3,9	3,3	2,0	1,5	0,5	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de FÉVRIER 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	—2,8	1,1	—2,0	—1,2	3,8	—3,5	725,9	724,5	723,8	724,7
2	—2,2	—2,2	—2,0	—2,1	—1,0	—2,3	23,0	23,7	24,7	23,8
3	—4,8	—2,4	—3,6	—3,6	—1,5	—4,8	26,3	27,1	28,0	27,1
4	—2,6	—1,4	—2,2	—2,1	0,0	—4,5	28,0	28,7	28,0	28,2
5	—2,6	—0,7	—2,2	—1,8	1,0	—3,0	26,5	25,4	26,3	26,0
6	—1,6	—0,6	—2,2	—1,5	0,5	—2,5	26,5	26,6	26,5	26,5
7	—2,6	—1,2	—2,2	—2,0	0,3	—3,0	25,9	25,1	24,6	25,2
8	—2,8	—1,2	—2,6	—2,2	0,4	—3,0	24,1	23,8	23,9	23,9
9	—2,0	0,2	—3,0	—1,6	1,9	—2,6	23,9	23,9	25,2	27,6
10	—2,8	3,6	0,2	0,3	6,5	—4,0	25,4	25,7	25,6	25,5
11	—1,2	7,1	1,8	2,6	8,7	—1,4	26,1	26,1	25,7	25,9
12	—0,7	7,4	1,0	2,6	9,0	—1,3	24,3	23,1	22,7	23,3
13	—0,8	7,4	2,2	2,9	9,5	—1,6	21,7	20,7	20,2	21,2
14	1,2	7,6	1,8	3,5	9,3	0,0	20,5	19,9	19,6	20,0
15	—1,2	6,1	2,0	2,3	8,5	—1,6	19,1	18,4	19,2	18,9
16	—1,2	1,5	0,6	0,3	2,7	1,2	22,2	24,3	25,3	23,9
17	0,0	3,9	0,0	1,3	6,8	0,0	25,3	24,4	23,2	24,3
18	—2,2	3,8	—0,8	0,3	6,5	—2,9	22,3	21,2	19,3	20,9
19	1,0	5,2	1,7	2,6	8,9	—1,7	16,8	15,7	13,5	15,3
20	0,2	6,8	3,6	3,5	10,5	—0,5	12,0	11,0	09,4	10,8
21	0,3	2,2	—0,8	0,6	3,8	—0,3	08,3	08,3	08,8	8,4
22	—0,4	1,4	0,2	0,4	3,0	—1,0	09,8	10,5	12,4	10,9
23	0,4	4,2	1,2	1,9	6,5	—0,4	14,2	14,3	14,7	14,4
24	—3,2	—1,2	—5,9	—3,1	0,3	—3,3	14,0	12,6	12,0	12,8
25	—6,4	—2,9	—5,8	—5,0	—1,5	—7,0	9,6	9,3	9,1	9,3
26	—5,8	—1,9	—4,2	—4,0	0,0	—6,2	6,7	5,1	5,3	5,7
27	—3,4	2,2	—0,5	—0,6	4,0	+4,3	8,4	10,8	14,7	11,3
28	0,4	6,8	3,3	3,5	8,9	—0,5	17,9	18,1	18,7	18,2
29	2,4	4,3	3,6	3,4	6,1	2,0	18,2	18,3	16,7	17,9
Moyen.	—1,6	2,3	—0,5	+0,1						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	4	31	6	18	5	16	1	2	48
Vitesse . .	4,0	9,0	2,3	1,3	2,4	3,8	4,8	0,0	

Extrêmes de température : Max. 10,5 le 20; min. —7 le 25.

Extrêmes de pression : Max. 728,7 le 4; min. 708,3 le 21.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555m.8. *h*. 1m.10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
100	86	100	—	2,3	—	Brouillard, ap. m.	1
100	100	100	—	—	—	id.	2
90	84	89	—	—	—	Brumeux	3
93	89	90	—	—	—	id.	4
100	95	100	—	—	—	Brouillard	5
100	88	100	—	—	—	id.	6
100	90	100	—	—	—	id.	7
100	95	100	—	—	—	id.	8
100	86	100	—	-	—	id.	9
100	80	90	—	5,0	—	Forte gelée bl.	10
100	75	90	—	8,1	—		11
100	67	80	—	8,3	—	Forte gelée bl.	12
90	72	85	—	3,3	—	Gelée bl.	13
99	60	83	—	9,1	—	Forte gelée bl.	14
100	70	70	—	8,2	—	id.	15
95	79	84	—	—	—	Brumeux.	16
89	73	95	—	6,0	—	id.	17
100	77	100	—	5,3	—	Brouil., f. gel. bl.	18
100	75	90	—	1,2	—	id. id.	19
100	76	85	—	5,3	—	Brouillard.	20
100	87	98	—	—	—	Gel. bl. brumeux.	21
100	90	93	—	—	—	Brumeux.	22
100	77	85	—	1,0	—	id.	23
77	62	59	—	7,3	—		24
77	57	56	—	6,0	—		25
80	64	86	—	1,0	—	Brumeux.	26
78	68	76	-	—	—	Couvert.	27
73	57	75	0,1	0,2	—	Couvert, pluie.	28
90	95	95	3,3	—	—	id. id	29
			3,4	81,2			Moyen.

	Dates :	4.	7.	11.	14.	18.	21.	25.	28.
Température du sol	1m	3,5	3,4	3,4	3.6	4,0	4,0	4,2	3,9
	0m5	2,0	2,0	2,0	2.5	3,0	3,5	3,3	2,4
	0m25	1,0	1,0	1,0	1,5	2.1	3,0	2,0	1,3

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de MARS 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	3,5	9,2	5,0	5,9	11,5	3,0	714,1	712,3	709,8	712,0
2	4,5	5,6	3,2	4,4	8,9	4,2	706,0	706,2	709,5	707,2
3	1,0	8,0	6,8	5,3	9,5	0,0	707,3	704,1	703,4	704,9
4	6,6	7,6	3,6	5,9	5,5	8,5	699,7	698,1	701,4	699,7
5	2,2	2,0	1,8	2,0	3,9	1,5	704,1	706,1	710,2	706,8
6	1,8	3,8	4,0	3,2	6,0	1,3	714,8	716,7	718,6	716,7
7	4,5	5,4	5,6	5,2	6,5	3,5	719,2	720,5	720,8	720,2
8	5,8	6,8	6,4	6,3	7,8	5,3	718,2	718,5	718,1	718,3
9	7,1	7,3	6,8	7,1	8,3	6,1	715,8	716,6	716,2	716,2
10	6,2	10,4	3,3	6,6	12,7	5,6	712,9	715,6	718,1	715,2
11	0,0	7,6	5,0	4,2	8,7	0,7	718,0	717,6	716,2	717,2
12	3,3	11,2	8,0	7,5	14,3	1,8	714,8	713,7	712,7	713,4
13	6,2	11,4	6,6	8,1	15,8	5,9	710,5	709,6	709,0	709,7
14	6,0	10,0	5,3	7,1	13,5	4,6	708,8	709,0	709,8	709,2
15	4,2	13,0	9,6	8,9	15,5	2,0	713,2	715,5	715,2	713,9
16	7,4	14,2	10,2	10,9	16,0	5,8	716,9	717,0	718,1	717,3
17	8,5	16,8	9,7	11,7	18,9	6,8	718,4	717,3	715,9	717,2
18	9,2	17,8	11,6	12,7	19,4	7,0	713,7	711,7	710,1	711,8
19	10,2	15,4	10,6	12,1	17,5	8,1	709,7	710,5	713,1	711,1
20	8,4	16,3	10,6	11,8	18,8	6,5	715,3	714,6	714,1	714,6
21	6,2	15,6	9,2	10,3	18,8	5,0	714,4	713,7	714,2	714,1
22	7,0	17,0	10,6	11,5	19,7	5,4	716,0	716,2	716,6	716,3
23	7,5	17,4	11,2	12,0	20,0	6,7	717,2	716,2	714,6	716,0
24	7,5	17,3	11,8	12,2	20,0	6,0	714,1	712,8	711,6	712,8
25	8,6	17,3	8,7	11,5	19,3	7,1	712,3	712,0	711,3	711,9
26	8,6	9,2	7,0	8,3	12,2	7,5	712,7	714,5	716,4	714,8
27	4,8	6,5	5,0	5,4	10,0	4,8	715,8	714,5	715,5	715,3
28	3,3	5,4	1,5	3,4	8,2	1,6	712,2	708,6	701,3	707,4
29	0,6	1,1	0,4	0,7	5,0	0,0	703,2	704,1	704,7	704,0
30	0,0	4,0	1,5	1,8	6,0	0,4	705,1	706,8	708,8	706,9
31	0,2	4,8	2,0	2,3	—	0,5	709,5	710,0	711,2	710,2
Moyen.	5,1	10,1	6,5	7,3						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence.	6	14	9	3	1	29	12	3	40
Vitesse . .	3,2	5,0	0,6	2,8	0,0	1,3	8,6	2,0	

Extrêmes de température : Max. : 20,0 le 23 ; min. 0, le 3.
Extrêmes de pression : Max. 720,8 le 7 ; min. 698,1 le 4.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°31′. H. 555m.8. *h*. 1m10. H′.549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
100	79	80	0,1	—	—		1
85	95	80	0,2	—	—		2
91	55	58	0,5	—	—	Chant du merle.	3
77	72	82	2,6	—	—		4
92	99	100	1,5	—	—	Pluie et neige.	5
100	88	90	0,3	—	—	Arr. des étourneaux.	6
98	100	100	8,5	—	—		7
100	90	100	45,6	—	—		8
100	91	95	25,8	—	—		9
100	62	77	0,8	—	—		10
95	68	80	—	—	—	Gel. blanche.	11
94	60	75	0,2	—	—		12
91	67	96	1,9	—	—		13
100	76	88	—	—	—		14
90	60	66	—	—	—		15
65	57	61	—	—	—		16
84	50	71	—	—	—		17
65	44	67	—	—	—		18
73	50	67	—	—	—		19
85	58	75	—	—	—		20
95	60	75	—	—	—		21
95	52	65	—	—	—	Tonn. du NE. de 3 à 4 h.	22
80	47	66	—	—	—		23
70	54	60	—	—	—		24
59	44	71	0,1	—	—		25
88	80	79	6,5	—	—		26
97	92	65	1,7	—	—		27
75	74	100	3,2	—	—	Neige à 7 h. m.	28
94	90	100	2,0	—	—	id.	29
95	68	73	0,6	—	—	id.	30
98	64	71	0,6	—	—	id. la nuit.	31
			102,7				Moyen.

	Dates :	3.	6.	10.	13.	17.	20.	24.	27.	31.
Tempér. du sol	1m	4,1	4,5	5,0	5,1	6,8	7,5	8,5	8,8	8,2
	0m5	3,7	4,0	5,2	6,1	7,8	8,8	10,0	10,0	7,6
	0m25	3,5	3,4	6,1	7,0	8,7	9,5	10,7	9,5	6,0

Station centrale d'essais viticoles.

Mois d'AVRIL 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	0,6	5,6	2,2	2,8	8,5	0,3	711,8	711,7	712,1	711,8
2	0,8	2,7	0,2	1,2	4,7	0,4	710,5	710,2	710,2	710,3
3	—0,6	3,9	1,0	1,4	5,2	—1,5	708,9	710,1	711,2	710,1
4	0,8	4,8	2,6	2,7	6,8	0,2	712,2	712,5	713,6	712,7
5	1,8	8,9	3,8	4,8	10,0	1,5	712,9	712,7	714,0	713,2
6	2,2	10,8	6,6	6,5	12,5	0,2	715,2	715,0	716,1	715,4
7	6,9	13,1	6,8	8,9	15,9	4,5	716,7	716,5	717,6	716,9
8	7,6	14,0	9,0	10,2	16,0	4,5	717,3	716,9	717,0	717,1
9	8,6	15,0	9,8	11,1	16,3	7,7	716,2	716,6	717,8	716,8
10	7,3	16,1	9,5	11,0	19,7	5,0	718,9	718,7	718,7	718,8
11	6,4	13,2	7,2	8,9	15,0	5,5	719,7	718,8	716,3	714,9
12	5,0	8,2	5,0	6,1	10,5	4,0	711,4	711,0	709,2	710,5
13	2,2	1,0	1,2	1,5	6,5	1,4	711,4	713,7	716,6	713,5
14	1,8	5,6	3,0	3,5	9,6	—0,4	717,6	716,4	714,7	716,2
15	1,0	7,0	3,3	3,8	9,4	0,6	712,0	713,0	715,9	713,6
16	3,2	8,4	3,2	4,9	10,0	1,0	717,2	718,4	719,1	718,2
17	3,4	10,5	7,2	7,0	14,5	0,0	719,2	718,8	719,1	719,0
18	5,7	9,7	5,2	6,9	14,0	5,0	720,2	720,8	722,2	721,1
19	6,6	13,4	8,0	9,3	15,9	3,0	722,9	722,2	721,3	722,1
20	5,1	8,9	3,7	5,9	15,6	5,0	718,4	717,8	717,1	717,7
21	3,9	8,6	6,5	6,3	11,0	2,2	715,5	715,6	715,8	715,6
22	6,0	15,9	10,7	10,9	18,5	1,9	716,1	714,4	712,8	714,4
23	9,4	13,5	6,2	9,7	18,9	4,5	712,0	711,2	713,4	711,9
24	5,5	10,1	5,6	7,1	16,5	1,5	714,8	715,7	716,4	715,6
25	5,3	13,6	9,0	9,3	17,4	4,3	717,0	716,3	716,0	716,4
26	9,7	17,9	12,4	13,3	21,3	4,7	717,4	717,4	718,6	717,8
27	10,4	19,0	12,2	13,9	22,0	6,7	719,4	718,6	717,3	718,4
28	11,9	20,7	12,0	14,9	22,9	6,5	716,2	714,7	712,8	714,5
29	12,9	17,3	10,8	13,7	20,0	10,9	711,7	710,4	709,2	710,4
30	9,4	10,6	7,0	9,0	12,3	8,8	707,6	707,6	710,0	708,4
Moyen.	5,3	10,9	6,3	7,5						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence.	6	41	4	9	1	18	4	7	30
Vitesse . .	4,7	14,3	4,8	3	4,5	7,3	8,8	6,7	

Extrêmes de température : Max. 22,9 le 28 ; min. —1,5 le 3.
Extrêmes de pression : Max. 722,9 le 19 ; min. 707,6 le 30.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

6°38′. G. β. 46°31′. H. 555m.8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
98	66	69	0,2	2,2	—		1
95	81	81	0,1	—	—	Neige.	2
76	67	70	—	10,1	—		3
81	50	62	—	2,0	—	Neige.	4
70	42	53	—	9,3	—		5
72	41	66	-	5,1	—		6
77	49	53	—	6,3	—		7
53	52	52	0,2	8,1	—		8
52	51	50	—	9,3	—	Arc-en-ciel à 8 h. m.;	9
51	51	51	5,3	8,1	—	[Hirondelles.	10
52	52	52	3,0	6,0	—		11
93	88	90	5,8	0,1	—		12
86	90	90	6,0	1,1	—	Neige.	13
88	85	84	2,2	7,0	—		14
88	87	83	1,9	1,1	—	Neige et grésil.	15
86	79	80	—	11,2	—		16
79	77	77	1,0	1,2	—		17
80	81	80	0,3	4,0	—		18
80	76	75	2,2	8,1	—		19
78	73	80	—	8,3	—		20
83	74	75	—	4,0	—		21
79	66	65	—	12,3	—		22
69	67	81	4,3	4,2	—		23
78	65	67	—	11,3	—		24
72	70	60	—	11,0	—		25
64	60	57	—	10,3	—		26
59	64	65	—	10,1	—		27
66	63	59	--	12,0	—		28
74	65	70	27,2	3,0	—		29
83	80	81	23,2	—	—		30
			82,9	192,2			Moyen.

	Dates :	1.	3.	7.	10.	14.	17.	21.	24.	28.
Température du sol	1m	8,0	7,3	7,4	8,0	8,5	8,1	8,3	8,5	9,0
	0m5	7,1	6,8	7,1	9,0	8,5	8,0	8,8	9,1	10,7
	0m25	6,0	5,0	7,5	10,0	7,4	7,2	8,1	9,4	12,3

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de MAI 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	6,0	5,4	3,6	5,0	7,3	5,8	708,3	708,2	709,6	708,7
2	3,1	6,0	5,4	4,8	7,5	2,8	710,0	711,0	712,4	711,4
3	6,0	9,7	5,4	7,0	10,7	4,2	712,1	712,4	714,3	712,9
4	6,6	10,6	6,0	7,7	12,5	5,0	713,7	714,0	715,1	714,2
5	5,1	11,3	8,6	8,3	14,0	3,0	715,1	714,8	713,8	714,2
6	10,2	14,6	11,8	12,2	20,3	4,9	714,6	715,0	714,5	714,7
7	10,6	17,6	11,7	13,3	20,5	6,3	714,9	713,8	712,2	713,6
8	8,1	13,4	11,5	11,0	19,4	7,9	712,0	711,7	710,9	711,8
9	8,7	18,4	10,0	12,4	19,9	5,9	712,2	711,5	710,6	711,4
10	9,4	15,6	9,3	11,4	22,0	3,5	713,5	713,2	714,2	713,6
11	11,2	19,7	15,0	15,3	25,9	4,3	716,9	716,7	716,0	716,5
12	14,0	21,7	15,3	17,0	23,0	7,7	716,5	715,8	715,5	715,9
13	14,4	19,8	12,7	15,6	22,6	10,0	715,5	714,7	714,6	714,9
14	11,7	20,1	13,5	15,1	23,3	7,2	714,4	714,2	714,6	714,4
15	12,6	20,9	15,7	16,4	24,3	6,5	715,2	714,5	713,7	714,4
16	13,6	16,6	8,3	12,8	20,5	9,0	713,1	711,9	713,1	712,7
17	8,8	14,2	9,0	10,7	16,9	5,2	712,7	713,0	713,5	713,1
18	9,2	18,8	13,4	13,8	21,5	5,0	715,2	714,8	714,5	714,8
19	—	20,5	17,0	17,5	28,0	6,2	714,9	713,6	712,9	713,8
20	12,4	12,2	10,9	11,8	17,9	9,3	711,7	711,3	710,3	711,1
21	6,2	10,2	5,0	7,1	13,0	4,9	711,4	710,0	710,5	710,6
22	5,6	6,1	6,0	5,9	8,4	3,0	709,5	710,2	711,7	710,5
23	8,5	9,8	8,3	8,9	13,2	5,1	712,2	712,8	713,0	712,7
24	9,7	10,6	8,6	9,6	12,4	7,5	713,6	715,4	716,1	715,0
25	10,4	16,8	12,0	13,0	18,0	5,8	716,4	715,6	715,0	715,6
26	12,4	15,0	12,8	13,4	18,5	8,1	714,9	713,7	713,4	714,0
27	13,1	17,8	12,8	14,6	23,5	9,0	713,7	713,5	713,5	713,6
28	13,5	24,1	17,2	18,3	27,0	8,6	713,6	712,1	711,2	712,3
29	14,7	23,8	16,4	18,3	26,5	10,6	711,7	710,2	710,2	710,7
30	15,0	22,2	16,2	17,8	24,5	10,5	710,3	710,0	710,5	710,3
31	13,1	18,8	14,1	15,3	25,3	10,8	713,0	713,4	713,3	710,2
Moyen.	10,3	16,1	11,4	12,6						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	11	30	4	6	3	13	5	1	21
Vitesse . .	12	16,3	2,1	4	3,6	6,7	2,4	0,0	

Extrêmes de température : Max. 27° le 28 ; min. 2,8 le 2.
Extrêmes de pression : Max. 716,9 ; min. 708, 2.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555m.8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
78	80	80	5,0	—	—		1
83	75	75	0,3	1,2	—		2
78	70	77	—	5,0	—		3
77	64	77	—	8,3	—		4
80	75	69	—	1,3	—		5
71	68	63	—	5,3	—	Arc-en-ciel au SE à 6 1/2	6
70	66	74	—	12,3	—		7
78	74	72	—	2,1	—		8
75	68	59	—	9,2	—		9
63	65	66	0,7	6,3	—		10
69	58	57	—	13,2	—		11
58	53	52	—	13,3	—		12
55	53	65	—	12,1	—		13
67	65	58	—	12,3	—		14
65	62	53	0,2	13,1	—		15
62	56	57	—	9,1	—		16
75	54	70	—	12,1	—		17
77	65	62	—	13,0	—		18
63	62	62	—	13,3	—		19
64	70	70	6,2	0,2	—	Tonn. p. m. au SW.	20
70	65	75	2,7	5,2	—		21
78	77	77	1,1	—	—	Arc-en-ciel au SW.	22
77	75	74	—	0,3	—		23
75	73	73	0,3	—	—		24
75	65	75	—	12,3	—		25
75	72	75	—	4,3	—		26
75	75	75	—	3,3	—		27
97	77	73	0,3	10,0	—	Tonn. de 5 h. 25 à 6 à 9 h. au N.	28
74	72	73	—	10,3	—	Tonn. écl. à 1 h. p. m.	29
75	72	73	—	12,3	—		30
75	74	75	—	5,2	—		31
			16,8	234 3/4			Moyen.

	Dates:	1.	5.	8.	12.	15.	19.	22.	26.	29.
Température du sol	1m	9,8	9,3	9,5	10,2	11,0	11,5	11,8	11,4	11,9
	0m5	11,0	10,0	10,8	11,8	13,0	13,2	13,0	12,3	13,5
	0m25	10,9	9,8	11,5	13,5	14,6	15	12,7	13,0	15,5

Le 29 à 5 h. 15 matin f. secousse de t. de terre à Sion ; 2e secousse à 2 h. 30, mais faible.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de JUIN 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	13,3	21,4	15,7	16,8	26,4	10,5	713,8	712,8	713,4	713,3
2	15,2	22,6	12,2	16,6	26,3	12,0	712,6	711,2	712,3	712,0
3	14,2	20,4	14,6	16,4	23,9	11,5	711,2	711,2	713,0	711,8
4	15,8	21,4	17,8	18,3	26,4	12,5	713,5	712,7	712,1	712,8
5	16,6	20,8	13,8	17,0	24,9	12,0	712,5	711,7	712,0	712,1
6	12,0	14,0	11,8	12,6	18,8	11,5	712,3	712,4	712,7	712,5
7	11,6	18,2	15,2	15,0	22,3	8,4	711,4	710,5	709,2	710,4
8	14,2	21,0	16,2	17,1	23,7	12,1	708,4	707,6	704,7	706,9
9	14,2	13,1	11,6	13,0	25,5	12,4	704,0	705,6	707,3	705,6
10	11,1	16,3	10,0	12,5	21,7	8,4	707,2	706,0	108,2	707,1
11	10,2	10,6	10,7	10,5	12,1	9,5	709,4	712,7	714,4	712,2
12	10,0	12,0	11,7	11,2	17,8	9,5	716,1	717,9	717,7	717,2
13	11,6	19,8	16,5	16,0	25,8	8,3	716,6	715,5	714,1	715,4
14	16,9	23,0	19,4	19,8	27,8	11,4	714,2	713,0	712,8	713,3
15	16,4	20,7	15,7	17,6	23,7	14,3	713,8	712,7	711,2	712,4
16	15,6	20,8	15,2	17,2	24,3	13,7	712,0	711,8	711,9	711,9
17	17,0	20,1	16,8	18,0	26,0	12,0	712,3	712,4	714,0	712,9
18	14,8	17,6	16,4	16,3	24,0	14,4	715,5	717,0	718,4	716,9
19	16,2	23,2	18,8	19,4	27,0	12,0	719,3	718,9	718,8	719,0
20	16,4	17,0	15,6	17,3	22,0	14,5	719,1	719,9	720,5	719,8
21	15,0	22,5	16,7	18,1	26,3	9,8	719,9	718,6	717,4	718,6
22	15,9	22,0	17,0	18,3	26,6	11,0	717,5	716,9	716,5	716,9
23	15,7	23,0	19,0	19,2	28,0	11,0	717,6	716,9	716,5	717,0
24	16,7	25,0	18,0	19,9	28,0	13,0	716,3	714,8	713,8	714,9
25	14,6	16,6	13,6	14,9	20,0	14,3	710,3	711,9	711,8	711,3
26	13,4	17,0	12,8	14,4	18,5	11,5	710,5	710,1	710,7	710,4
27	12,5	16,6	14,4	14,8	19,5	11,2	711,2	711,8	712,8	711,9
28	14,2	21,4	16,8	17,5	25,0	10,2	713,6	713,4	714,5	713,8
29	13,2	14,0	12,2	13,1	17,0	13,0	716,5	717,8	719,9	718,1
30	12,2	20,2	15,8	16,1	24,5	8,5	719,5	718,0	717,1	718,2
Moyen.	14,2	19,1	15,1	16,26						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	5	22	5	9	5	26	11	7	39
Vitesse . .	7,5	8,4	3,1	4,3	8,0	8,0	9	2,2	

Extrêmes de température : Max. 8° le 23 ; min. 8,4 le 7.

Extrêmes de pression : Max. 720,5 le 20 ; min. 704,0 le 9.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555m.8. *h.* 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
—	—	—	5,6	8,3	—	Ton. écl. W. 5W 7 h. p. m.	1
—	—	—	15,6	9,0	—	Orage depuis 9 h. à 10 h.	2
—	—	—	1,1	6,0	—		3
—	—	—	—	11,3	—		4
—	—	—	24,4	5,3	—		5
—	—	—	2,7	0,2	—		6
—	—	—	—	4,2	—		7
—	—	—	0,1	5,3	—		8
—	—	—	3,0	1,3	—		9
—	—	—	17,5	4,1	—		10
—	—	—	40,0	—	—		11
—	—	—	3,7	0,2	—		12
—	—	—	—	13,0	—		13
—	—	—	3,8	10,0	—		14
—	—	—	—	1,0	—		15
—	—	—	—	6,0	—	Ecl. au SW. 8 1/2 p. m.	16
—	—	—	4,2	7,1	—		17
—	—	—	4,9	3,0	—		18
—	—	—	0,1	13,2	—		19
—	—	—	2,2	2,0	—		20
—	—	—	—	13,0	—		21
—	—	—	—	10,2	—		22
—	—	—	—	13,1	—		23
—	—	—	11,6	7,3	—	Ecl. tonn. SW. 9 h. p. m.	24
—	—	—	13,4	1,1	—	Ecl. tonn. des 6 a.m.	25
—	—	—	0,1	3,1	—		26
—	—	—	—	5,0	—		27
—	—	—	1,3	12,1	—		28
—	—	—	8,5	—	—		29
—	—	—	—	12,1	—		30
			163,8	192,3	—		Moyen.

	Dates :	2.	5.	9.	12.	16.	19.	23.	26.	30.
Température du sol	1m	13,0	14,0	14,4	14,1	14,5	15,5	16,3	16,9	16,6
	0m 5	16,0	17,0	16,4	14,8	17,0	18,0	19,0	19,0	17,7
	0m25	18,0	19,5	17,0	13,4	18,5	19,5	21,0	18,9	17,0

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de JUILLET 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	15,2	16,6	13,2	15,0	21,9	12,5	716,0	715,9	716,2	716,0
2	12,8	17,3	11,9	14,0	19,6	10,3	715,3	714,6	715,3	715,1
3	11,0	14,1	13,4	12,8	17,5	10,5	714,9	716,5	718,0	716,5
4	13,4	19,4	14,4	15,7	24,5	12,2	718,0	720,1	720,1	719,4
5	15,8	24,3	19,2	19,8	28,5	11,0	719,6	718,9	718,8	719,1
6	15,8	24,4	19,4	19,9	29,5	12,5	718,6	717,3	716,0	717,3
7	16,7	26,2	21,2	2,14	30,7	13,0	715,6	714,2	714,9	714,9
8	17,6	24,8	17,4	19,9	27,5	16,0	715,5	715,1	716,6	715,7
9	17,5	25,8	20,8	2,14	31,8	13,6	716,7	716,3	715,6	716,2
10	21,1	29,2	23,0	24,4	33,3	17,5	716,5	716,4	717,0	716,6
11	20,4	28,4	20,6	23,1	32,0	16,7	717,0	716,5	716,7	716,7
12	19,4	26,2	22,4	22,7	31,0	—	717,2	716,5	716,7	716,8
13	19,4	27,3	20,8	22,5	32,0	17,3	717,5	716,4	715,5	716,4
14	17,2	25,5	19,7	20,8	31,5	14,9	715,7	714,8	714,2	714,9
15	17,8	26,2	23,6	22,5	31,0	13,6	713,7	712,7	711,5	712,6
16	18,2	24,9	19,4	20,8	28,5	15,7	713,7	714,0	714,5	714,1
17	16,2	21,9	16,2	18,1	26,4	12,3	715,6	715,4	716,5	715,8
18	15,8	22,9	14,4	17,7	26,8	14,2	716,8	716,3	717,5	716,8
19	14,6	21,4	17,2	17,7	24,0	12,6	717,5	717,2	716,4	717,0
20	15,1	24,0	18,7	19,3	29,4	13,0	715,8	714,3	712,8	714,3
21	17,9	25,6	17,5	20,3	28,8	14,5	713,1	712,0	713,4	712,8
22	17,4	21,9	16,2	18,5	26,2	16,5	715,0	714,2	715,3	714,8
23	17,2	23,5	16,9	19,2	27,0	13,5	714,7	713,2	712,8	713,5
24	15,8	21,6	16,8	18,0	26,7	14,9	712,5	712,9	713,7	713,0
25	14,7	22,4	15,6	17,6	27,2	11,6	714,2	713,7	713,9	713,9
26	17,0	27,2	19,4	21,2	31,5	13,0	714,4	713,4	714,0	713,9
27	17,6	24,6	20,0	20,7	29,5	16,0	715,0	714,3	712,5	714,9
28	18,1	20,5	16,8	18,5	—	15,0	713,6	712,6	711,0	712,4
29	15,0	16,4	13,2	14,9	18,7	14,5	711,5	712,0	713,4	712,3
30	13,6	21,5	15,2	16,8	25,8	11,1	712,8	711,8	710,8	711,8
31	15,3	17,4	15,2	16,0	25,8	11,5	710,7	710,5	710,8	710,7
Moyen.	16,5	23,0	17,7	19,1						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	14	13	4	12	6	23	12	4	44
Vitesse . . .	5,6	3,8	2,0	2,6	4,0	5,7	8,8	5,7	

Extrêmes de température : Max. 33 le 10 ; min. 10,3 le 2.

Extrêmes de pression : Max. 720,1 le 4 ; min. 710,5 le 31.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555m8. *h*. 1m10. H′ 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
—	—	—	0,4	4,1	—		1
—	—	—	6,0	6,0	—		2
—	—	—	2,8	—	—		3
—	—	—	—	2,3	—		4
—	—	—	—	13,1	—		5
—	—	—	—	13,2	—	[45 p. m. au SW. et W.	6
—	—	—	—	10,0	—	Ecl. et ton. loint. dès 8 h.	7
—	—	—	0,8	7,1	—	Ecl. et ton. entre 4 et 5.	8
—	—	—	—	12,0	—		9
—	—	—	—	12,3	—		10
—	—	—	0,2	10,3	—	Temps orageux de 2 à 6.	11
—	—	—	—	10,2	—	Ecl. et ton. S. SE	12
—	—	—	—	12,3	—		13
—	—	—	—	11,2	—	[p. m.	14
—	—	—	6,7	12,2	—	Orag. au S. SW. dep. 9 1/2	15
—	—	—	4,2	8,2	—	Ecl. au SW. et W. dès 8 h.	16
—	—	—	—	7,0	—		17
—	—	—	2,4	9,1	—		18
—	—	—	—	8,0	—		19
—	—	—	—	15,2	—		20
—	—	—	8,0	6,2	—	Ton. dès 2 h. S. et SE.	21
—	—	—	2,4	2,2	—	id. après-midi.	22
—	—	—	15,0	7,2	—	id. dès 4 h. 30.	23
—	—	—	—	7,1	—		24
—	—	—	—	13,3	—		25
—	—	—	5,6	10,2	—	Ton. loint. 4 à 6.	26
—	—	—	—	8,2	—	Ecl. à W.	27
—	—	—	5,9	—	—		28
89	93	79	6,5	—	—		29
80	43	82	—	11,2	—		30
65	56	59	2,0	6,0	—	Ecl. et ton. à 7 h. soir.	31
			68,9	262,0			Moyen.

	Dates :	3.	7.	10.	14.	17.	21.	24.	28.	31.
Température du sol	1m	16,6	16,7	17,5	18,6	19,0	19,1	19,1	19,4	19,2
	0m5	18,0	19,0	20,2	21,8	21,9	21,2	21,0	21,4	20,4
	0m25	18,3	21,0	22,9	23,3	22,9	22,8	21,5	22,3	20,5

Station centrale d'essais viticoles.

Mois d'AOUT 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	13,6	17,6	13,2	14,8	24,3	12,5	711,5	711,8	712,8	712,0
2	14,1	23,0	16,8	18,0	27,3	10,4	713,0	712,9	712,9	712,9
3	15,3	23,6	17,8	18,9	28,0	12,5	713,8	713,2	713,7	713,6
4	17,1	22,4	18,5	19,3	28,5	15,0	713,7	713,2	713,0	713,3
5	15,5	23,0	16,3	18,3	26,6	15,5	711,7	710,3	710,8	710,9
6	15,6	14,6	12,7	14,3	16,5	14,5	709,8	713,0	714,5	712,4
7	11,4	15,5	13,0	13,3	18,5	11,0	713,2	709,7	710,3	711,1
8	13,1	14,6	12,0	13,2	20,0	11,2	711,3	713,2	713,3	712,3
9	12,9	19,6	12,9	15,1	23,9	10,0	713,3	712,9	713,3	713,2
10	14,1	20,9	12,2	15,7	26,0	10,8	714,0	713,3	714,9	714,0
11	12,8	16,0	13,8	14,2	17,8	11,7	714,4	714,5	715,8	714,9
12	14,0	16,1	12,8	14,3	22,5	11,0	717,8	718,3	719,7	718,6
13	12,6	20,2	14,4	15,7	25,7	9,1	719,2	718,9	718,1	718,7
14	14,0	22,8	15,8	17,5	26,9	10,2	717,4	716,1	714,8	716,1
15	17,0	24,0	15,4	18,8	26,6	13,5	714,0	713,5	713,6	713,7
16	14,5	21,8	14,2	16,8	25,0	12,5	715,1	715,0	714,8	714,9
17	13,0	19,8	13,8	15,5	23,0	9,5	716,1	716,3	716,6	716,3
18	12,4	21,4	15,3	16,4	25,6	9,0	716,5	715,8	714,5	715,6
19	13,9	22,4	16,4	17,6	26,0	11,5	713,3	712,1	711,0	712,1
20	14,0	15,9	13,8	14,6	18,0	13,4	710,4	710,6	712,7	711,6
21	14,0	19,8	14,8	16,2	24,5	12,0	713,0	712,5	712,3	712,6
22	13,2	16,3	13,2	14,2	20,4	12,6	710,5	711,8	714,4	712,2
23	12,1	16,9	12,0	17,8	20,1	10,3	717,7	718,3	719,2	718,4
24	12,0	19,5	13,5	15,0	23,5	11,0	719,2	719,5	718,9	715,5
25	13,8	22,3	18,2	18,1	25,5	11,0	717,3	714,8	711,8	714,6
26	16,6	11,6	8,6	12,3	17,5	16,0	708,0	711,9	712,5	710,8
27	9,7	15,8	10,8	12,1	19,5	5,7	711,9	712,2	712,0	712,0
28	6,3	8,4	8,6	7,8	13,0	6,0	715,5	717,4	718,8	717,2
29	10,7	17,0	12,7	13,5	19,5	7,0	718,0	717,1	714,8	716,6
30	11,0	18,7	13,0	14,2	23,3	8,5	712,7	711,8	712,4	712,3
31	12,4	19,1	13,0	14,8	24,7	9,7	713,2	713,9	714,6	713,9
Moyen.	13,3	18,7	13,8	15,3						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	14	21	10	7	4	17	6	6	44
Vitesse . . .	3,5	14,0	1,5	5,7	2,5	7,0	4,6	1,9	

Extrêmes de température : Max. 28,5 le 4 ; min. 5,7 le 27.

Décades : 1-10, 16° 1 ; 11-20, 16° 1 ; 21-31, 14° 2

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555m.8 *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
59	66	80	0,7	5,1	—	Tonn. dep. 12 h. 40 NE.	1
85	51	83	—	11,1	—	[S. SE.	2
93	58	90	0,7	7,1	—	T. et écl. dès 8 h. pm W.	3
87	57	91	21,5	5,1	—	id. dès 8½ pm. W.S.SE.	4
100	61	76	4,5	3,0	—	Orage de 11 h. à 2½ h.	5
77	77	97	1,8	0,1	—		6
100	83	94	4,3	—	—		7
91	76	87	0,1	0,2	—		8
88	45	94	—	8,2	—		9
91	56	100	9,4	5,3	—	Ton., écl. dès 4 h. 30 et	10
100	84	94	1,6	—	—	[pluie.	11
96	68	75	1,4	2,2	—		12
75	60	87	—	9,0	—		13
86	54	90	—	12,3	—		14
83	57	100	8,5	9,0	—	Ton., écl. dès 6 h. pm.	15
88	55	82	—	11,2	—		16
88	50	80	—	12,2	—		17
100	65	76	—	11,3	—		18
100	57	85	4,4	10,3	—	Ecl. lointains. Soir.	19
100	100	100	8,1	—	—		20
100	80	100	10,0	1,0	—		21
100	87	100	4,5	2,2	—		22
100	51	85	0,1	12,2	—		23
100	67	100	—	5,2	—		24
100	73	100	—	12,2	—	vent fort W. soir et nuit.	25
100	100	100	17,0	2,3	—	id. matin.	26
100	68	100	30,0	10,3	—		27
100	100	100	2,0	—	—		28
100	67	90	—	12,1	—		29
100	75	100	—	12,0	—		30
100	72	100	3,7	7,2	—		31
			134,2	206,0			Moyen.

	Dates :	4.	7.	11.	14.	18.	21.	25.	28.
Température du sol	1m	19,0	19,0	18,3	18,0	18,1	18,2	18,0	17,5
	0m5	20,7	20,0	19,0	18,6	19,1	19,1	18.6	17,7
	0m25	22,0	19,0	18,8	18,8	19,0	18,9	18,7	16,0

Jours de pluie 20.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de SEPTEMBRE 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	12,2	11,6	11,0	11,6	13,8	12,0	714,3	714,6	714,4	714,4
2	10,6	17,1	11,4	13,0	21,0	9,5	713,4	712,9	13,2	13,1
3	11,1	18,3	11,9	13,8	23,0	7,7	714,1	714,5	15,3	14,6
4	12,5	21,8	14,7	16,3	27,0	9,3	715,7	714,6	12,9	14,4
5	14,4	20,0	12,4	15,6	23,5	14,4	712,9	712,4	13,0	12,8
6	13,0	15,8	13,2	14,0	18,3	11,6	713,2	713,9	14,7	12,9
7	12,4	21,2	14,8	16,1	24,5	9,4	714,2	713,5	13,2	13,6
8	12,0	21,0	15,6	16,2	25,8	10,5	713,6	712,7	11,9	12,7
9	15,3	22,4	16,2	18,0	27,0	13,9	713,2	712,5	11,7	12,4
10	15,6	17,4	13,2	15,4	20,3	14,4	711,1	712,3	13,2	12,2
11	13,8	18,2	12,8	14,9	22,5	11,9	713,8	714,1	16,4	14,8
12	11,8	20,6	14,2	15,5	23,7	10,3	715,8	714,2	13,1	14,3
13	13,5	23,0	14,1	16,9	26,4	10,5	709,5	707,2	09,7	08,8
14	12,8	17,6	15,4	15,3	21,4	11,8	710,1	712,0	14,2	12,1
15	15,4	22,8	15,8	18,0	26,5	12,3	716,6	717,6	18,0	17,4
16	15,2	23,7	17,0	18,6	26,8	12,3	718,7	719,1	20,4	19,4
17	15,2	24,4	15,2	18,3	27,7	13,4	720,4	718,7	17,7	18,9
18	15,2	24,2	17,0	18,8	28,0	12,5	716,7	715,6	13,9	15,4
19	16,0	20,5	10,5	15,7	22,8	14,5	711,8	710,3	12,8	11,6
20	9,6	13,6	8,9	11,0	19,4	9,3	711,1	709,8	09,8	10,2
21	9,0	14,3	10,1	11,1	17,9	8,0	712,7	714,1	12,0	12,9
22	10,0	16,8	12,0	12,9	19,0	9,0	710,7	712,1	10,0	10,9
23	14,5	16,6	11,8	14,3	20,0	11,8	711,7	712,1	13,4	12,4
24	9,8	11,4	8,8	10,0	15,9	8,8	714,3	715,4	15,4	15,0
25	7,6	7,5	10,0	8,4	11,4	5,5	708,6	699,8	98,4	02,2
26	8,6	9,0	8,4	8,7	11,4	7,2	706,2	711,8	15,3	11,1
27	7,0	15,8	9,2	10,7	19,5	5,8	714,8	714,3	13,2	14,1
28	10,8	14,0	8,9	11,2	16,9	9,0	712,9	713,5	17,4	14,6
29	6,8	11,7	10,0	9,5	16,0	5,6	717,6	717,6	18,2	17,7
30	8,8	8,8	8,2	8,6	9,9	8,7	718,5	718,2	16,6	17,7
Moyen.	12.0	17,3	12,1	13,9						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	8	18	9	4	9	25	15	4	42
Vitesse . . .	3,3	4,0	2,6	2,1	5,1	10.4	4,7	3,5	

Extrêmes de température : Max. 29 le 18 ; min. 5,5 le 25.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′ G. β. 46°31′. H. 555m.8 *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
100	100	100	14,1	—	—		1
100	75	100	0,1	7,2	—	Parhélie à midi Ecl. à 8	2
100	65	100	—	10,3	—	[h. pm.	3
100	65	100	8,5	10,1	—		4
100	82	100	24,5	3,0	—	Ecl. ton. 5 h.20 pm. et	5
100	100	100	2,1	0,2	—	[8 h. 30.	6
100	78	100	—	11,0	—		7
100	79	100	20,2	10,1	—	Ecl. au SE. S. et SW. soir	8
100	71	100	0,8	10,3	—	Orag. dès minuit (8 à 9)	9
100	100	100	2,9	1,1	—	Ton. à 10 h a. m.[grêle.	10
100	70	100	3,9	4,1	—		11
100	61	100	—	7,1	—		12
100	60	100	14,7	5,3	—	Ton. écl. dès 6 h. pm.	13
100	87	100	0,1	3,2	—		14
100	67	100	—	10,3	—		15
100	76	100	—	9,2	—		16
100	72	100	—	10,2	—		17
100	77	100	—	10,0	—		18
100	100	100	26,0	4,0	—		19
100	82	100	3,6	6,2	—		20
100	71	100	2,0	6,1	—		21
100	85	100	2,0	1,2	—		22
100	75	100	7,4	7,0	—		23
100	100	100	9,0	1,2	—		24
100	100	100	36,2	—	—	Ton. à Ouest à 1 h. soir.	25
100	100	100	7,6	—	—		26
100	82	100	—	9,0	—		27
100	100	100	8,4	0,3	—		28
100	96	100	—	6,1	—		29
100	100	100	1,0	—	—		30
			195,1	169½			Moyen.

	Dates :	1.	4.	8.	11.	15.	17.	22.	25.	29.
Température du sol	1m	16,9	16,9	16,7	17,0	17,0	17,0	17,0	16,4	15,5
	0m5	17,1	17,1	17,3	18,0	18,0	18,4	17,0	16,0	14,8
	0m25	17,2	17,0	17,5	18,0	13,3	19,2	16,0	14,5	13,5

Orage dans la nuit du 8 au 9 à minuit ½, pluie et grêle durée 5 minutes.

Station centrale d'essais viticoles.

Mois d'OCTOBRE 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	8,8	14,4	11,5	11,6	16,2	7,0	715,6	714,3	715,2	715,0
2	10,5	15,0	11,4	12,3	17,1	9,1	713,6	712,6	713,0	713,1
3	10,6	12,7	11,3	11,2	15,6	10,0	713,2	714,4	715,1	714,2
4	10,8	18,5	13,7	14,3	21,5	10,1	713,9	712,7	711,7	712,7
5	11,4	10,7	9,1	10,4	15,3	11,4	710,9	713,8	717,0	713,9
6	6,7	15,7	8,7	10,4	18,6	6,0	717,8	710,0	717,0	714,9
7	8,4	20,0	11,6	13,3	23,0	7,0	717,5	717,0	715,9	716,8
8	9,3	19,4	12,3	13,7	22,5	7,7	715,3	714,8	714,8	715,0
9	9,4	18,7	11,0	13,0	22,4	8,0	715,3	714,7	714,4	714,8
10	9,4	19,1	11,2	13,2	21,2	8,5	713,7	711,7	713,3	712,9
11	9,6	12,2	8,5	10,1	14,0	9,4	710,9	709,4	709,4	709,9
12	8,5	11,7	5,8	8,7	14,7	6,6	708,4	709,5	712,8	710,2
13	4,2	11,8	6,2	7,4	16,6	3,8	714,5	715,4	715,3	715,1
14	6,5	10,8	6,4	7,9	14,6	5,1	712,0	712,5	716,1	713,5
15	5,6	6,2	3,2	5,0	9,2	5,3	715,2	712,3	712,6	713,3
16	4,5	8,6	10,3	7,8	11,9	1,5	713,2	712,7	711,2	712,4
17	6,7	6,3	7,4	6,8	8,3	6,5	709,6	709,0	707,5	708,7
18	6,0	9,7	7,2	7,6	13,1	5,8	707,1	705,7	704,8	705,8
19	7,5	10,8	7,2	8,5	13,2	6,2	700,9	698,1	696,3	698,4
20	4,4	6,6	6,9	6,0	10,2	4,1	697,5	701,2	704,0	700,9
21	4,6	11,5	6,6	7,6	13,3	2,6	703,5	702,8	705,9	704,1
22	6,4	8,4	6,6	7,1	9,5	5,5	707,5	707,0	707,9	707,4
23	4,3	3,2	1,8	3,1	4,3	3,0	707,2	707,3	710,1	708,2
24	2,8	9,6	3,6	5,3	12,6	0,7	712,7	714,0	714,3	713,6
25	1,3	10,4	7,8	6,5	13,2	0,2	712,5	711,2	710,9	711,5
26	5,4	10,6	4,4	6,8	15,2	2,9	710,2	710,1	713,5	711,2
27	5,2	7,6	7,2	6,7	10,6	4,0	713,1	713,9	714,3	713,8
28	5,8	9,2	6,7	7,2	10,9	5,0	712,2	707,1	700,7	706,6
29	6,2	5,7	4,2	5,4	7,0	5,0	702,6	706,6	707,5	705,5
30	3,7	8,0	5,1	5,6	11,4	3,0	707,1	705,8	705,2	706,0
31	3,8	5,6	5,3	4,9	7,3	3,3	706,7	706,6	705,5	706,1
Moyen.	6,7	11,2	7,7	8,5						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	11	16	4	9	3	28	9	10	60
Vitesse . . .	2,2	5,5	1,0	1,4	2,9	11,5	1,0	5,3	—

Extrêmes de température : Max. 23 le 7 ; min. 0,2 le 25.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555m8. *h*. 1m10. H′ 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
100	95	100	—	6,0	—	Départ des hirondelles	1
100	97	100	—	4,2	—		2
100	100	100	—	—	—		3
100	82	100	0,3	9,0	—		4
100	100	100	3,0	2,0	—		5
100	65	100	—	10,0	—		6
100	39	86	—	10,0	—		7
87	54	89	—	9,1	—		8
98	48	88	—	9,1	—		9
95	48	91	15,2	10,0	—		10
95	65	92	1,0	0,1	—	écl. et tonn. SW. 6 7p.m.	11
65	53	95	9,1	5,2	—		12
92	42	76	—	6,2	—		13
88	66	93	—	4,1	—		14
90	100	100	33,0	—	—		15
90	58	49	2,2	—	—		16
95	100	88	3,1	3,2	—		17
96	67	95	0,9	—	—		18
95	69	98	36,0	3,0	—		19
100	82	76	7,2	1,2	—		20
66	41	94	17,0	—	—		21
99	76	81	27,4	—	—	Ecl. S.W. grêle 5.50 p.m.	22
95	90	100	29,3	—	—	Neige p.m.	23
100	53	91	0,8	5,0	—		24
100	40	65	—	9,3	—	Gelée blanche.	25
62	48	100	18,2	4,3	—		26
100	90	100	2,0	1,0	—		27
97	67	100	3,6	—	—		28
91	78	90	2,9	—	—	Départ des étourneaux	29
93	67	100	6,2	1,3	—		30
98	88	100	19,4	—	—		31
			237,5	116,3/4			Moyen.

	Dates :	2.	6.	9.	13.	16.	20.	23.	27.	30.
Température du sol	1m	15,0	13,2	14,0	14,4	13,9	12,8	12,0	11,0	10,7
	0m5	14,2	14,3	14,4	13,6	12,1	11,3	10,4	9,0	9,3
	0m25	13,5	14,9	14,7	12,2	10,0	9,9	8.4	8,0	8,0

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de NOVEMBRE 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	4,0	8,8	3,9	5,6	12,8	4,0	706,1	707,9	708,5	707,5
2	1,6	5,6	3,2	3,5	8,0	1,2	706,8	704,4	705,4	705,5
3	4,0	10,0	2,8	5,6	13,5	2,8	708,9	710,1	712,3	710,4
4	1,8	5,6	3,4	3,6	6,7	1,2	714,0	713,8	713,6	713,8
5	1,8	8,4	1,8	4,0	11,7	0,0	718,3	720,4	720,9	719,8
6	1,8	4,8	2,7	3,1	10,3	1,5	717,7	716,8	716,1	716,5
7	3,2	7,0	5,0	5,1	12,1	1,5	715,2	714,0	711,7	713,6
8	5,8	8,4	5,8	6,6	10,0	4,0	707,3	703,6	702,9	704,6
9	2,6	4,1	3,6	3,4	5,3	2,3	705,5	708,8	712,8	709,0
10	3,6	5,8	4,5	4,6	7,0	3,3	716,4	716,8	717,5	716,9
11	3,6	8,2	2,7	4,8	9,2	3,5	717,1	716,6	716,7	716,8
12	1,8	7,6	2,7	4,0	10,6	1,1	715,4	713,7	712,5	713,8
13	2,2	4,1	3,0	3,1	5,0	0,5	711,9	712,5	714,2	712,8
14	2,8	4,0	4,6	3,8	7,4	2,5	714,3	713,7	710,5	712,8
15	5,6	5,4	4,3	5,1	6,8	2,5	720,9	702,5	703,0	702,8
16	1,8	5,1	3,0	3,3	7,3	1,7	702,2	702,6	704,4	703,1
17	2,8	3,8	2,8	3,1	4,5	2,0	704,6	704,8	706,0	705,1
18	2,2	3,4	3,0	2,9	4,5	2,0	708,6	710,0	712,9	710,5
19	3,4	5,2	3,2	3,9	6,4	3,0	714,8	715,6	717,2	715,8
20	2,8	7,0	4,9	4,9	11,3	1,5	717,6	718,1	718,7	718,1
21	3,4	5,8	2,8	4,0	7,0	3,0	719,8	720,5	721,6	72[illegible],6
22	0,2	3,4	—0,1	1,2	4,0	0,0	721,0	721,2	722,3	721,5
23	—0,6	2,1	—0,5	0,3	2,7	—1,0	720,4	720,3	720,5	720,4
24	—1,8	2,2	0,4	0,3	3,7	—1,9	721,1	719,8	718,3	719,7
25	—1,3	4,7	0,0	1,1	6,8	—1,5	717,1	717,0	716,0	716,7
26	—1,2	0,2	—1,2	—0,7	—2,2	1,0	712,9	711,4	710,5	711,6
27	—1,0	0,7	0,4	0,0	2,0	—1,5	709,6	707,9	706,8	708,1
28	—1,4	3,0	0,6	0,7	5,8	—2,0	708,4	709,2	710,1	709,2
29	—3,0	—0,6	—1,4	—1,7	—3,0	0,4	712,9	714,3	716,1	714,4
30	—2,8	—0,6	—1,2	—1,5	—3,0	0,5	718,6	719,2	719,4	719,1
Moyen.	1,6	4,7	2,3	2,92						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	12	41	5	5	5	10	3	3	38
Vitesse . . .	2,4	2,5	3,4	0	4,2	8.0	0,0	1,2	

Extrêmes de température : Max. 12.8 le 1er ; min. — 3 les 29 et 30.

Extrêmes de pression : 722,5 le 22 ; 702,2 le 16.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°.38′. G. β. 46°.31′. H. 555m8. *h*. 1m.10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
98	61	83	—	4,0	—		1
85	65	90	1,1	0,2	—	Gelée blanche.	2
100	52	89	—	8,0	—		3
82	70	74	—	7,1	—	id.	4
94	57	100	—	8,1	—		5
100	77	97	—	3,1	—		6
100	84	100	1,6	0,3	—	Brumeux.	7
100	84	95	15,0	0,1	—	Pluie la nuit.	8
100	95	90	8,1	—	—		9
90	80	86	—	—	—		10
83	55	86	—	4,1	—		11
92	58	85	—	7,2	—		12
96	86	90	—	—	—		13
100	89	100	4,4	0,1	—	Eclairs au S.W. à 6 h.	14
100	97	87	25,5	—	—		15
100	78	87	2,0	0,1	—	Parasélène.	16
87	87	84	0,4	—	—		17
93	98	100	1,5	—	—		18
100	77	85	—	—	—		19
99	58	79	0,6	2,1	—		20
88	66	70	—	0,1	—		21
83	64	75	—	8,2	—		22
74	60	70	—	7,3	—		23
85	61	77	1,5	3,3	—		24
84	50	80	—	7,0	—	Prem. neige, nuit 0m,04	25
88	80	90	—	—	—		26
88	74	88	—	—	—		27
87	57	75	—	4,0	—		28
87	77	83	—	4,0	—		29
84	82	91	—	—	—		30
			61,7	82,0			Moyen.

	Dates	3.	6.	10.	13.	17.	20.	24.	27.
Température du sol	1m	10,2	9,9	9,5	9,1	8,8	8,5	8,0	7,5
	0m5	8,7	8,1	8,0	7,4	7,1	7,0	6,0	5,0
	0m25	7,3	6,5	6,8	5,9	6,0	5,8	3,6	3,0

Station centrale d'essais viticoles.

Mois de DÉCEMBRE 1896. Observateur : D. VALET.

Date	Thermomètre						Baromètre à zéro			
	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.	Max.	Min.	7 h.	1 h.	9 h.	Moyen.
1	—1,9	—1,0	—0,3	—1,1	0,6	—3,0	716,0	714,2	712,0	714,1
2	0,6	2,5	1,6	1,6	3,9	—1,5	709,9	708,4	708,6	709,0
3	2,0	4,0	3,0	3,0	4,9	1,0	709,1	709,4	709,5	709,3
4	3,5	7,7	5,0	5,4	9,5	2,5	708,1	703,8	702,4	704,8
5	3,2	7,9	1,2	4,1	9,5	3,0	704,7	704,1	700,2	703,0
6	2,0	5,2	3,0	3,4	5,6	1,0	692,5	688,7	693,1	691,4
7	5,6	5,3	4,3	5,1	7,0	0,5	696,5	702,3	708,8	702,5
8	3,2	6,0	—0,4	2,9	7,9	1,0	712,4	713,5	714,0	703,3
9	—1,2	1,4	1,0	0,4	3,4	—1,2	713,1	713,6	715,4	714,0
10	1,8	5,8	1,6	3,1	7,5	0,5	717,4	717,4	716,9	717,2
11	—0,2	2,0	0,6	0,8	4,0	—0,5	716,6	716,2	717,1	716,6
12	1,8	2,2	3,2	2,4	4,0	—0,3	716,7	715,9	714,2	715,6
13	3,8	6,5	2,6	4,3	8,5	2,0	712,6	711,7	708,6	710,9
14	3,4	5,8	2,4	3,9	7,3	1,5	699,8	698,7	697,3	699,2
15	2,0	3,0	0,9	2,0	3,7	2,0	699,9	702,1	706,4	703,2
16	—0,2	1,0	—0,4	0,1	4,4	—0,2	708,5	710,0	709,3	709,2
17	—2,2	2,5	—2,6	—0,9	7,3	—3,0	706,6	706,8	705,8	706,4
18	—0,6	0,6	—0,6	—0,2	2,7	—3,5	702,3	700,2	697,7	700,1
19	—1,4	1,0	2,1	0,6	2,9	—2,0	695,6	699,5	705,6	700,2
20	1,2	1,7	0,1	1,0	3,4	0,3	709,8	710,6	712,7	711,0
21	—0,6	0,6	—0,4	—0,1	1,5	—0,6	714,7	716,4	714,7	715,2
22	—1,0	—0,2	—0,6	—0,6	0,4	—1,0	713,2	712,1	712,0	712,4
23	—0,8	0,8	0,1	0,0	1,9	—1,0	712,0	712,1	713,7	712,6
24	0,0	1,0	0,4	0,5	2,4	—0,5	715,6	716,7	717,1	716,4
25	—0,2	1,1	0,4	0,4	2,1	—0,5	715,7	716,2	720,7	717,5
26	0,2	1,6	0,2	0,7	2,2	0,2	723,3	723,8	723,8	723,6
27	—2,8	0,6	—0,4	—0,9	2,4	—3,2	724,0	723,7	724,0	723,9
28	—1,2	1,9	0,6	0,4	4,7	—2,5	722,2	720,2	716,3	719,5
29	0,2	2,3	2,4	1,6	4,4	—0,1	713,9	715,6	720,0	716,5
30	2,2	3,8	1,4	2,5	8,3	0,5	721,7	722,0	722,1	721,9
31	—0,8	6,6	4,2	3,3	8,0	—1,5	720,7	721,5	723,0	721,7
Moyen.	0,7	2,9	1,1	1,6						

Vents	N.	NE.	E.	SE.	S.	SW.	W.	NW.	Calme
Fréquence .	19	21	13	8	1	21	4	6	42
Vitesse . . .	6,6	6,0	1,3	6,2	3,0	16,0	6,6	5,2	

Extrêmes de température : Max. 9,5 le 4 ; min. —3,5 le 18.

Observatoire météorologique du Champ-de-l'Air.

λ. 6°38′. G. β. 46°31′. H. 555m8. *h*. 1m10. H′. 549.

Humidité relative 7 h.	1 h.	9 h.	Pluie mm.	Heures de soleil	Evaporation mm.	OBSERVATIONS CARACTÈRE DU TEMPS	Date
100	98	100	1,9	—	—	Brumeux.	1
100	100	100	0,9	—	—		2
100	90	100	1,8	—	—	Brouillard.	3
100	75	95	13,6	1,1	—	id	4
100	77	86	0,7	2,0	—		5
78	74	82	19,0	—	—		6
71	74	76	2,4	—	—		7
78	50	55	—	4,3	—		8
55	62	62	1,2	—	—		9
62	—	—	—	2,0	—	Brouillard	10
—	—	—	0,1	0,1	—	Brumeux, paraselène.	11
—	—	—	4,5	—	—	Pluie à 7 h. a. m.	12
—	—	—	—	2,2	—	Paraselène.	13
—	—	75	11,4	0,2	—	Pluie à 7 h. a. m.	14
78	84	81	2,7	—	—		15
100	53	71	8,0	1,0	—	Neige.	16
77	58	73	1,2	2,2	—	id. 17 c.	17
71	78	97	4,0	—	—	id.	18
90	95	90	0,7	—	—		19
85	82	85	—	—	—	Brumeux.	20
89	78	80	—	—	—		21
85	85	90	—	—	—		22
100	81	80	—	—	—		23
81	77	80	0,1	—	—		24
85	81	84	0,4	—	—	Neige.	25
79	71	75	—	—	—		26
85	70	83	0,1	0,1	—		27
83	69	82	5,7	0,2	—	Gelée blanche.	28
81	88	83	2,1	—	—	Neige 6 c.	29
86	67	63	—	2,2	—		30
63	52	64	—	1,2	—		31
			82,5	21,1			Moyen.

	Dates :	1.	4.	8.	11.	15.	18.	22.	25.	29.
Température du sol	1m	6,6	6,5	6,4	6,1	6,0	6,0	5,7	5,2	5,0
	0m5	4,3	4,7	5,0	4,8	4,8	4,3	3,9	3,5	3,3
	0m25	2,5	4,1	4,2	3,7	4,0	3,0	2,4	2,2	2,1

LES
RÉGIONS EXOTIQUES DU VERSANT NORD DES ALPES SUISSES

(Préalpes du Chablais et du Stockhorn et les Klippes)

LEURS RELATIONS
avec l'origine des blocs et brèches exotiques et la formation du Flysch.

par le Dr **H. SCHARDT**,

Professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Neuchâtel.

Planche I.

AVANT-PROPOS

La région des Alpes suisses appelée « Préalpes romandes » est comprise entre la vallée de l'Arve et le lac de Thoune et forme ainsi un segment nettement déterminé des Alpes calcaires septentrionales. En introduisant le nom de Préalpes romandes, il y a une vingtaine d'années, M. Renevier a sans doute voulu faire ressortir le contraste stratigraphique qui existe entre cette région et les autres parties de la bordure calcaire du versant N. des Alpes. Il était sans doute loin de supposer l'étrange situation que les recherches tectoniques allaient plus tard assigner à cette région. Loin de former un simple segment tectonique équivalant aux Alpes d'Unterwalden et d'Annecy, toute cette région est, selon moi, un morceau de terre étrangère venu de loin, posé sur le bord des Alpes, à cheval sur les terrains miocènes et sur les premiers plis alpins proprement dits.

C'est cette explication que j'ai eu l'honneur d'exposer à la *Société vaudoise des Sciences naturelles*, dans sa séance du 2 novembre 1893 [1].

Elle a suscité l'étonnement général des géologues, la sympathie des uns et les objections des autres. De nombreuses notes

[1] Voir *Archives des Sciences physiques et naturelles, Genève*, t. xxx, déc. 1893. — *C. R. Acad. des Sciences, Paris*, 20 Nov. 1893.

ont été publiées à cet égard; les unes reconnaissent le bien-fondé des motifs qui ont pu faire naître une interprétation aussi hardie en apparence ; d'autres expriment des contestations d'ordre varié, basées soit sur des arguments stratigraphiques, soit sur des observations tectoniques.

Je n'ai pas répondu à tous les adversaires, bien que j'aurais dû toujours prendre part au débat comme le plus directement intéressé. Si cela n'a pas eu lieu, c'est, d'une part, parce que d'autres occupations, la revision de la feuille XVI de l'Atlas géologique suisse, une charge d'enseignement très absorbante et divers travaux que je comptais expédier auparavant, ont jusqu'ici amplement occupé tout mon temps ; d'autre part, je me plaisais à assister, sans y prendre une part trop directe, au débat qui s'est ouvert à plusieurs reprises, soit en Suisse, soit devant la Société géologique de France. Je voulais laisser venir les objections, les peser une à une, et attendre le moment propice pour les combattre.

Dans plusieurs publications assez importantes, mes vues ne paraissent cependant pas avoir été bien comprises par les divers auteurs. Le moment est donc venu pour moi de prendre part au débat, de relever et de controuver les objections qui m'ont été faites et surtout de préciser les points qui paraissent n'avoir pas été bien interprétés, puis de faire l'exposé des faits qui se sont succédé depuis que j'ai pour la première fois exposé cette nouvelle manière de voir. Je m'efforcerai d'être absolument impartial, de rendre à chacun ce qui lui revient, et de présenter l'évolution de la solution du problème conformément à la réalité et en montrant l'influence qu'ont exercé les travaux des divers géologues. En le faisant, je crois rendre un service appréciable à tous ceux qui s'intéressent à la géologie de la Suisse, de même qu'aux membres de notre société, qui ont souvent assisté à des communications sur cet objet, et n'ont trouvé dans notre Bulletin que des résumés très abrégés, incompréhensibles pour ceux qui ne sont pas spécialistes et qui n'ont pas suivi le débat de près.

Après avoir rappelé en quoi consiste la nouvelle théorie et après un exposé historique de la question, je passerai à un exposé précis et rigoureux des *faits* qui m'ont conduit à formuler une explication qui a pu paraître au premier abord, à plus d'un, absolument invraisemblable. Je discuterai en même temps les objections qui m'ont été opposées et présenterai enfin les arguments nouveaux à l'appui de la solution proposée.

I. — L'origine des Préalpes, les Klippes et la formation des brèches du Flysch

(D'après ma théorie.)

Il n'y a pas seulement le problème des Préalpes ; l'énigme de la formation des klippes, des blocs éxotiques et du Flysch s'y rattache directement. La solution du problème que j'ai proposée en séance de la Société vaudoise des Sciences naturelles est la suivante :

Vu leur facies absolument différent de celui des Alpes d'Unterwald et d'Annecy et de la chaîne du Wildstrubel-Dents du Midi, les Préalpes romandes ne peuvent pas être un segment normal des Alpes calcaires, établissant une jonction réelle entre les Alpes d'Unterwald et celles d'Annecy. Les terrains des Préalpes qui appartiennent au facies austro-alpin, sont constamment *superposés* aux plis des Alpes d'Unterwald-Wildstrubel-Annecy , lesquels offrent le facies dit helvétique, facies très semblable à celui du Jura. De même sur leur bord N., le Trias des Préalpes repose sur le Flysch. Ce fait (non hypothèse) est exprimé par la **Loi des Préalpes** : *Partout où l'on trouve dans les Préalpes, le substratum du Trias, du Permien ou du Carbonifère, il est formé par un terrain plus récent, ordinairement du tertiaire* (Flysch). C'est-à-dire que sous le terrain le plus ancien des Préalpes, on trouve toujours le tertiaire. Cette loi est restée jusqu'ici sans exception, qu'il s'agisse des Préalpes proprement dites ou de la Brèche du Chablais et de celle de la Hornfluh, qui jouent vis-à-vis des Préalpes le même rôle que celles-ci vis-à-vis de leur entourage à facies helvétique. Reconnaissant l'analogie des Préalpes avec les klippes d'Unterwald et de Schwytz, ainsi qu'avec celles de la vallée du Reposoir (Alpes d'Annecy), j'ai été conduit à admettre que la nappe des Préalpes qui repose bien réellement sur un substratum plus récent (Flysch recouvrant des terrains plissés à facies helvétique), a dû s'étendre autrefois *pardessus* les Alpes d'Unterwald, de Schwytz et de Glaris pour-se souder à la masse du Rhæticon. Celle-ci est d'ailleurs dans la même situation vis-à-vis du Flysch et des plis du Vorarlberg. De même au SW de l'Arve, les terrains du Chablais devaient s'étendre jusqu'au delà d'Annecy *sur* les plis des Alpes de cette région.

Les lambeaux connus sous le nom de Klippes et les grands

blocs exotiques sédimentaires sont les restes de cette nappe superposée qui a été érodée par les cours d'eau miocènes, en alimentant de ses débris les poudingues miocènes du plateau suisse, d'où la fréquence des roches à facies austro-alpins dans ces conglomérats.

Cette nappe ayant existé encore à l'état continu au début de l'époque miocène, doit avoir glissé d'une région centrale des Alpes vers le nord, en passant *pardessus* les massifs cristallins du Saint-Gothard, de l'Aar, du Mont-Blanc et Aiguilles-Rouges. Son gîte primitif était probablement la zone Adula-Simplon-Mont-Rose-Combin et les régions des schistes lustrés, situées au N et au S de cette ligne. C'est pendant son mouvement vers le N que cette nappe a entraîné avec elle des paquets de roches cristallines qui sont venus avec les débris des sédiments eux-mêmes, s'effondrer dans la mer du Flysch. Ils ont formé ces brèches à débris polygéniques anguleux, ayant l'aspect d'éboulements et qui sont stratifiés avec des marnes à fucoïdes et à helminthoïdes. Finalement, la nappe sédimentaire est venue s'échoir au bord des Alpes, ayant culbuté, plissé et recouvert elle-même le Flysch. Soumise aux érosions tertiaires, la partie comprise entre le lac de Thoune et l'Arve fut conservée à l'état continu, par suite d'un affaissement considérable.

Cette solution explique à la fois :

1° Le contraste stratigraphique entre les Préalpes et leur entourage ;

2° Le contraste tectonique : les Préalpes offrent des plis très réguliers, des plis-failles et des chevauchements, tandis que dans les Alpes à facies helvétique s'observent des plis en lacets couchés et étirés ;

3° La superposition anormale constante des terrains les plus anciens des Préalpes sur leur substratum tertiaire ;

4° La formation du Flysch, des brèches à matériaux exotiques et de blocs exotiques. La sédimentation du Flysch a été nourrie par la nappe de recouvrement. *Pendant* que celle-ci se déplaçait vers le N, son front se désagrégeait et les sédiments qui le composaient, ainsi que d'immenses quantités de roches cristallines entraînées dans le mouvement, passèrent dans les sédiments du Flysch et y furent stratifiées, souvent sans aucune usure ;

5° L'origine des poudingues à matériaux exotiques du plateau miocène suisse, qui proviennent du démantèlement de la nappe préalpine, allant jadis du lac de Thoune au Rhaeticon ;

6° Les klippes, qui sont les derniers restes de cette nappe, conservés dans des synclinaux.

II. — Historique [1].

De 1820 à 1890.

Le problème des Préalpes du Stockhorn et du Chablais est en réalité aussi vieux que nos connaissances sur la structure et la stratigraphie du versant N. de nos Alpes. Il remonte à l'époque où Studer fit, il y a plus de 70 ans, ses premières publications sur la géologie de la Suisse. Sans encore arriver à une précision nette des faits, STUDER [2] remarque déjà en *1825* que les poudingues du plateau miocène, surtout ceux de la région de l'Emmenthal, renferment des roches différentes de celles qui constituent le versant N. de la chaîne des Alpes. Il connaît les grands blocs de la vallée de Habkern et suppose leur relation avec celles du poudingue miocène. Ces blocs, dit-il, ne peuvent être confondus avec les blocs erratiques glaciaires, dont le plateau suisse est parsemé. Il laisse entrevoir la possibilité, exprimée déjà par L. de Buch, que ces roches soient attribuables à un prolongement vers le S. du massif vosgien et de la Forêt-Noire.

Dans sa publication de *1834* sur les Alpes de la Suisse occidentale, STUDER [3] remarque en outre que les vallées transversales des Alpes séparent souvent des régions *totalement différentes*. Il cite la vallée transversale de l'Aar, le long du lac de Thoune, qui sépare la région du Stockhorn et les montagnes entourant les vallées de la Sarine et de la Simmen, de celles d'Unterwald, qui sont absolument différentes ; il cite le fait analogue de la vallée de l'Iller, dans le Vorarlberg. Il montre sur plus d'une page de ce livre le contraste entre les formations du groupe du Wildhorn (c'est ainsi qu'il nomme la région des hautes Alpes calcaires, allant du lac de Brienz jusqu'à la Dent de Morcles) et celles qui

[1] Cette notice historique ne tient compte que des publications ayant plus spécialement trait au problème des Préalpes, des klippes, des blocs exotiques et des brèches du Flysch sur le versant N des Alpes suisses.

[2] (N° 1) B. Studer, *Beiträge zu einer Monographie der Molasse.* Bern, 1825.

[3] (N° 2) Studer, *Geologie der Westlichen Schweizer Alpen,* 1834, p. 409.

composent les montagnes situées au N. Ses définitions le montrent clairement. Son coup d'œil tectonique lui fait relever sur un autre point (p. 321) qu'au NE du lac de Thoune, les diverses chaînes qui composent le groupe du Stockhorn, vont en convergeant vers l'Est, en se resserrant, alors que la zone du Wildhorn offre un changement contraire et se divise en plusieurs chaînes parallèles.

C'est surtout la présence de roches cristallines et autres roches étrangères, dans les poudingues miocènes, qui a suscité au plus haut degré l'étonnement de Studer. Il a constaté, le premier, que toutes ces roches sont absolument *inconnues à l'état d'affleurement,* sur le versant N. des Alpes. Pour expliquer leur provenance, il admet que sur le versant N. des Alpes il existait autrefois une chaîne marginale dénudée jusqu'aux terrains cristallins. Ce seraient les débris de cette chaîne qui auraient fourni les matériaux des poudingues miocènes et des brèches du Flysch. L'énoncé de cette hypothèse qu'il donne déjà dans sa « Geologie der westlichen Schweizer Alpen » (p. 389-411) est une des pages les plus saisissantes de ce livre. En lisant cet exposé, on ne croirait pas qu'il a été écrit il y a plus de 60 ans. Le point d'attache de cette conception est formé par les affleurements de calcaire de Châtel (oxfordien) au pied des Ralligstöcke, sur la rive E. du lac de Thoune. Constatant l'association étrange de cette lame de calcaire, absolument différente de celui qui compose les Ralligstöcke, au milieu de grès du Flysch et de grès de Tavayannaz, Studer croit y reconnaître les restes d'une *continuation de la région du Stockhorn, au NE du lac de Thoune*, où cette chaîne fait actuellement défaut. La région tout entière des Préalpes, dès la chaîne du Stockhorn jusqu'à la ligne Bex-Leissigen, est clairement désignée comme étant une partie conservée de cette ancienne chaîne marginale des Alpes.

1853. L'explication en est donnée avec une clarté parfaite dans la « Geologie der Schweiz »[1]. Reconnaissant le contraste entre la région alpine, allant du cours de l'Arve jusqu'à l'Aar, et celles qui se trouvent plus à l'intérieur ou qui se placent sur son prolongement au SW et au NE, Studer pose de nouveau la question de l'ancienne existence d'une chaîne marginale qui lui paraît être la seule explication possible de la formation des immenses amas détritiques du Flysch et des poudingues mio-

[1] (N° 3) B. Studer, *Die Geologie der Schweiz.* 2 vol. 1851-1853.

cènes. Il donne cette fois une explication au moyen de trois profils montrant la disposition successive des terrains de cette chaîne marginale, au début de la sédimentation tertiaire, pendant celle-ci et après son achèvement, où le massif marginal fut recouvert de ses propres débris et par les plis des terrains secondaires refoulés et déjetés vers le nord (t. II, p. 387-389). Cette démonstration si hardie et si claire est certes un beau couronnement de l'œuvre si grandiose de Studer.

La même explication est relevée et admise aussi dans un remarquable mémoire de RUTIMEYER[1] paru peu avant et qui décrit en détail la structure géologique des Ralligstöcke.

1862. B. STUDER[2] mentionne de nouveau le fait remarquable de l'arrêt brusque du Stockhorn et du Niesen au bord du lac de Thoune et constate qu'il est bien difficile de s'en expliquer les raisons, autrement que par l'hypothèse déjà exprimée.

1863. Peu après, J. BACHMANN[3] a publié une notice très riche en faits du plus grand intérêt. L'auteur poursuit les blocs dits exotiques depuis le lac de Thoune jusqu'au Rhin, le long de la bordure des Alpes d'Unterwald jusqu'aux environs d'Iberg, puis à travers le Toggenbourg jusqu'à Grabs. C'est pour la première fois que le terme « blocs exotiques » est employé dans la géologie de la Suisse et appliqué à des masses de terrains sédimentaires. Jusqu'ici les blocs de roches cristallines seules avaient suscité l'étonnement des géologues. Bachmann a montré que du lac de Thoune jusqu'au Vorarlberg, il y a une zone jalonnée par des débris de roches sédimentaires, ayant le facies de la chaîne du Stockhorn. Il considère positivement la région du Stockhorn comme un reste de l'ancienne chaîne marginale admise par Studer. Cette chaîne, primitivement dénudée, jusqu'aux terrains cristallins, existait non seulement entre l'Aar et l'Arve, *mais se prolongeait à l'époque tertiaire jusque dans le Vorarlberg* et

[1] (N° 4) L. Rutimeyer, *Ueber das Schweizerische Nummuliten-Terrain.* « Mém. Soc. helv. Sc. nat. », 1850.

[2] (N° 5) Studer, *Observations géologiques dans les Alpes du lac de Thoune.* « Archives Genève », 1862, XV, 5.

[3] (N° 6) J. Bachmann, *Ueber Petrefaktenführende Jurablœcke im Flysch des Sihlthal u. Toggenburg.* « Vierteljahrschr. d. *Naturf.* Gesellsch. Zürich », 1863, VIII, 34 p. 1 pl.

[4] Ce terme a été appliqué par Hohenegger à une apparition analogue observée par lui en Moravie.

même plus loin. Elle fut conservée dans la région du Stockhorn, mais disparut presque entièrement par affaissement et érosion au NE. de l'Aar, ainsi que l'avait déjà exprimé Studer; les blocs exotiques cristallins et surtout les débris calcaires, *localement de vrais rochers* qui affectent d'une manière très tranchée le *facies du Stockhorn* et de *Châtel* (Châtel-St-Denis) sont les preuves les plus évidentes de l'ancienne existence de cette chaîne aujourd'hui disparue, entre l'Aar et le Rhin.

1865. Dans son beau mémoire sur le monde primitif de la Suisse, OSWALD HEER[1], tout en rappelant l'hypothèse de Studer, lui substitue l'idée déjà exprimée par de Buch. En se basant sur la répartition des restes d'êtres vivants dans les terrains sédimentaires de la Suisse, autant des terrains secondaires que des terrains tertiaires, il admet qu'au début de l'ère tertiaire, il existait un prolongement méridional du massif de la Forêt-Noire ayant atteint la région du Napf et qui aurait nourri la formidable sédimentation détritique à roches cristallines entre l'Aar et la Reuss.

ALPHONSE FAVRE[2] s'est étonné à juste titre de trouver dans la vallée du Reposoir et de Servaval, en Savoie, les montagnes des Almes et de Sullens, composées de terrains triasiques et liasiques, superposés à des couches tertiaires renfermées dans un fond de bateau, au point même où l'on devait s'attendre à trouver les couches les plus récentes. Par cette constatation, Favre a nettement reconnu la situation réelle de ces klippes ou lambeaux; mais plus loin il admet que ces contacts étranges doivent être attribués à des failles, vu qu'on ne trouve nulle part entre le terrain triasique et le terrain tertiaire des roches dont la présence permettrait de croire que cette structure est le résultat de simples contournements (II, p. 219). Encore une vue extrêmement juste, qui montre bien la clairvoyance de celui qui fut pour les Alpes de Savoie ce que fut Studer pour les Alpes Suisses.

Alphonse Favre ne se prononce pas sur l'origine des roches cristallines du Flysch, qu'il désigne pourtant, en parlant des

[1] (N° 7) Oswald Heer, *Le monde primitif de la Suisse.* Traduction française. Genève et Bâle, 1872, p 351-353. Edition allemande, 1865.

[2] (N° 8) Alph. Favre, *Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc.* Genève, 1867. II, 207 et 215.

blocs de Mont Vouant, de « blocs erratiques de l'époque éocène ». On sait le grand embarras qu'il a éprouvé à classer la brèche calcaire du Chablais, qu'il a fini par réunir au Lias, sans y avoir trouvé des fossiles attestant positivement cette classification.

BACHMANN[1] revient encore une fois, en 1875, sur ce problème, en résumant la structure géologique des environs de Thoune et rappelle l'étrange coïncidence du développement le plus considérable du poudingue miocène, justement sur cette partie du bord des Alpes où la chaîne du Stockhorn fait défaut![2] Il donne une coupe de la région comprise entre les Ralligstöcke et les premiers bancs du poudingue miocène et montre sur ce point si intéressant pour la géologie alpine, des sédiments à facies préalpin (Malm, Lias, Rhétien, gypse et cornieule triasique) pincés en forme de lames, accompagnés de Flysch et de grès de Tavayannaz, entre le Néocomien à facies helvétique et les grès de Ralligen (oligocène supérieur).

Cette même coupe, avec les mêmes détails aussi, a été figurée par M. E. FAVRE[3] et auparavant par RUTIMEYER dans le mémoire déjà cité (N° 4). KAUFMANN[4] a, depuis lors, donné de nouveaux détails, sans chercher à élucider le problème. (Voir plus loin.)

L'hypothèse de la chaîne marginale des Alpes paraissait, vers 1870, bien établie et fermement admise. Aussi dès ce moment elle ne donna plus guère matière à débats; pourtant, il ne semblait pas que le dernier mot fût dit sur cette question, car le sentiment général était que l'origine des blocs exotiques restait problématique et que la solution définitive du problème, c'est-

[1] (N° 9) J. Bachmann, *Geologisches über die Umgebung von Thun.* « Jahrb. S. A. C., XI », 1875.

[2] Bachmann cite à plusieurs reprises le nom de A. Escher de la Linth, soit seul, soit associé à celui de Studer, comme étant l'auteur de l'hypothèse d'une chaîne marginale disparue. Je n'ai rien trouvé d'imprimé sous le nom d'Escher qui confirme cette opinion. Il se pourrait pourtant que la longue et étroite collaboration de Studer et d'Escher n'ait pas toujours permis de séparer exactement leurs conceptions personnelles.

[3] (N° 10) E. Favre, *Note sur la géologie des Ralligstöcke.* « Arch. Genève » et « Revue Géol. Suisse », 1871.

[4] (N° 11) J. Kaufmann, *Emmen- u. Schlierengebiet.* « Mat. Carte Géol. Suisse XXIV », 1888.

à-dire la démonstration positive ou la réfutation de la théorie de Studer, exigerait encore bien des recherches.

Un point important nous reste acquis et qui met bien en lumière le génie de Studer, *c'est d'avoir attribué au même phénomène l'origine des roches exotiques du poudingue miocène et l'origine des blocs exotiques contenus dans le Flysch;* puis, *d'avoir ramené l'explication de l'énigme à des phénomènes tectoniques qui ont agi sur le versant N des Alpes.*

Avec l'année 1870 se termine la première période des recherches tendant à trouver une solution du problème qui nous occupe. — Les années de 1870 à 1890 constituent une période transitoire où se préparent des vues nouvelles ayant pour base les phénomènes tectoniques constatés par les études de détail. C'est pour ainsi dire la période d'incubation de la solution définitive.

C'est après 1860 que parurent les premiers volumes des matériaux pour la carte géologique de la Suisse et les premières feuilles de celle-ci ; il semble que les recherches auxquelles les géologues suisses se sont livrés de 1865 à 1886, en vue de cette grande publication d'ensemble, aient presque fait oublier ce problème si intéressant. C'était d'ailleurs la vraie voie à suivre, puisque pour arriver à l'élucidation du problème, il fallait des observations de détail sans nombre, et si la solution définitive ne s'est pas faite spontanément et plus tôt, c'est en grande partie, grâce à la circonstance que les géologues explorateurs, travaillant au relevé de la carte géologique, exécutèrent leur travail en se tenant confinés chacun dans son étroit district. Ce n'était plus le temps où Studer, Escher, Merian, avec des amis venus même de l'étranger, firent de longs voyages à travers les Alpes et les régions voisines. On a pratiqué quelque peu de la géologie de clocher. Ainsi Kauffmann, qui a étudié les Alpes d'Unterwalden, n'avait guère visité la région du Stockhorn, dont la connaissance lui eût été si utile pour l'explication des Klippes. Sur la feuille XVII, trois géologues ont teinté le même terrain de trois manières différentes! Les grands et beaux volumes de texte accompagnant la carte géologique de la Suisse et qui sont si riches en observations consciencieusement relevées, manquent souvent de résumés théoriques et de données permettant la comparaison indispensable avec les régions voisines. On sent l'isolement des différents collaborateurs par l'absence des résultats d'un ordre général qui devraient pouvoir se déduire de chaque étude de détail.

De là provient aussi la difficulté de comparer les observations

et conclusions contenues dans les diverses publications qui attestent cependant un travail très consciencieux, surtout au point de vue stratigraphique.

Les recherches dans les Alpes occidentales n'ont pas conduit à la découverte de phénomènes tectoniques aussi grandioses que ceux qui ont présidé à la formation du grand pli glaronnais supposé par Escher et si superbement illustré par le professeur Heim. Et pourtant n'était-on pas en droit d'admettre que l'énorme intensité du refoulement qui a fait naître ce grand pli couché a aussi dû se faire sentir dans les Alpes de la Suisse occidentale?

C'est cette question que s'est posée M. MARCEL BERTRAND [1], lorsque en 1884, il soumit le problème du double pli glaronnais à un examen comparatif, en relevant les analogies de ce phénomène gigantesque avec les grands recouvrements constatés dans le bassin d'Anzin.

Il a proposé premièrement de considérer le double pli glaronnais comme un seul pli venu du sud et dont le front, où l'entassement des replis devait singulièrement augmenter l'épaisseur des terrains, se serait enfoncé, simulant ainsi la racine d'un second pli. Cherchant ensuite le prolongement de ce phénomène vers l'ouest, M. Bertrand voit dans les Alpes du Stockhorn (d'après la carte géologique Suisse) des indices d'un prolongement du grand pli glaronnais et considère les chaînes calcaires de cette région comme des lambeaux de recouvrement *reposant sur le Flysch.* Je transcris ici textuellement ce qui est dit dans cette note :

« L'étude des cartes géologiques de la Suisse mène à cette » conclusion, que le phénomène du recouvrement n'est pas » spécial aux Alpes de Glaris. La feuille de Sion (XVII) récem- » ment publiée, donne dans son ensemble l'impression très nette » d'un « fond » de Flysch, sur lequel s'étalent de grandes taches » de terrains plus anciens, occupant en général les hauts som- » mets. Quelques lambeaux sont, il est vrai, dans le fond des » vallées, mais ce serait là le résultat d'un glissement postérieur, » uniquement dû à la pesanteur, tel qu'on en voit encore actuel- » lement se dessiner et s'amorcer en quelque sorte, partout où » une puissante corniche calcaire couronne une pente de terrain » marneux.

[1] (N° 12) Marcel Bertrand, *Rapport de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord.* « Bull. Soc. Géol. France. » 1884. XII. 318-330. 1 pl.

« Le sud de la feuille de Fribourg (XII) et la carte de la région
» du Mont-Blanc, par M. Favre, permettent de suivre les mêmes
» phénomènes, dont les dernières traces s'arrêteraient en face
» de la pointe S. du Mont-Blanc (près de Serraval, à l'ouest du
» Mont-Charvin). Partout, on semble constater, limitant tous les
» lambeaux de recouvrement et toujours parallèle au massif
» central, la continuation du « cran de retour ». Il y a lieu de
» signaler seulement les décrochements, souvent considérables,
» que subit cette ligne, ainsi que celle qui limite la molasse, en
» face des principales vallées normales à la chaîne.

» A l'est de Glaris, dans le Tyrol (Rhætikon), M. Mojsisovics
» a observé des faits de même ordre; il y a là de plus cette
» circonstance, bien intéressante, que les terrains dans la masse
» de recouvrement présentent le *facies alpin*, et dans les autres
» affleurements le *facies helvétique*. »

Enfin, M. Bertrand met en relation ces recouvrements ou plis couchés avec les blocs exotiques du Flysch, dont il marque sur une esquisse de carte, la situation au N du « cran de retour », limitant la zone des lambeaux de recouvrement. On remarquera que M. Bertrand ne relève pas la différence de facies entre les Alpes de Glaris, de Schwytz et d'Unterwald d'une part et celles du Stockhorn et du Chablais, et il n'envisage aucunement le problème des Préalpes de cette dernière région, problème dont la solution consiste justement dans l'explication de ce contraste. M. Bertrand n'avait pas en ce moment visité les Alpes du Stockhorn et ne pouvait conséquemment proposer une solution à ce problème; il ne parle pas davantage de l'origine du Flysch et des brèches.

Cette note ne fut pas d'ailleurs relevée comme elle le méritait; en particulier l'allusion faite à la région du Stockhorn est restée sans écho jusqu'en 1893.

1884. Dans mon étude sur les *Alpes du Pays d'Enhaut vaudois*[1] parue la même année, je n'ai guère envisagé le problème des Préalpes dans son ensemble, l'objet de mon étude ayant été trop réduit pour m'amener à poser une question d'ensemble.

J'ai relevé toutefois le contraste entre les terrains des Préalpes et ceux de la chaîne si rapprochée de l'Oldenhorn.

[1] (N° 13) H. Schardt, *Etudes géologiques sur le Pays d'Enhaut vaudois*. « Bull. Soc. vaud. Sc. nat. » 1884. XX, 188 p. 9 pl.

J'expliquai ce contraste par une différence de profondeur des bassins sédimentaires. J'ai aussi examiné la questiou de l'origine des blocs exotiques et des brèches à matériaux exotiques du Flysch, en me ralliant, faute de mieux, à l'hypothèse de leur transport par des glaciers et des glaces flottantes, d'une région peut-être très éloignée, vu l'analogie frappante de plusieurs roches cristallines, contenues dans les brèches du Flysch, avec des roches des Grisons et du versant S. des Alpes. Dans ce travail, nombre de gisements de gypses, de cornieule et de dolomie, ainsi que la brèche de la Hornfluh sont classés dans le tertiaire, en raison de leur *superposition manifeste* sur le Flysch et de leur contact constant avec ce terrain.

Le beau mémoire de GILLIÉRON [1], paru en 1885, ne donne pas de vues d'ensemble sur la situation tectonique de la région. Les détails stratigraphiques extrêmement nombreux relevés d'une manière si consciencieuse, ont été le principal souci de Gilliéron et il n'a cherché à constater avec le plus grand soin que ce qui est *réellement visible.* Aussi les coupes profondes, les *relations souterraines* des terrains font défaut. C'est encore pour n'avoir pas cherché à élucider la situation tectonique profonde que Gilliéron n'a pas songé à donner aux klippes, dont les Alpes fribourgeoises abondent, une signification autre que celle de masses ayant percé le Flysch par suite de dislocations diverses [2]. Il range la brèche de la Hornfluh dans le tertiaire, *parce qu'il a vu sa superposition sur le Flysch et le Crétacique*, constatation qui lui paraissait péremptoire pour cette interprétation.

Les mêmes opinions que celles exprimées dans mon mémoire de 1884, se retrouvent dans le volume de M. E. FAVRE ET MOI [3] sur la géologie de la partie N W de la feuille XVII de l'Atlas géologique suisse. Nous envisagions toutefois comme nettement triasique la zone dolomitique qui borde le pied de la chaîne du Moléson, au contact avec la zone de Flysch du Niremont-Gurnigel.

[1] (N° 14) V. Gilliéron, *Description géologique des territoires de Vaud, Fribourg et Berne compris sur la feuille XII.* « Mat. Carte Géol. Suisse. XVIII. 1885.

[2] (N° 15) V. Gilliéron, *Montsalvens.* « Mat. Carte Géol. Suisse, » livr. XII. 142. 1873.

[3] (N° 16) E. Favre et H. Schardt, *Description géologique des Alpes vaudoises*, etc. « Mat. Carte Géol. Suisse », XXII. 1887.

Les ouvrages de KAUFMANN [1], sur la région alpine comprise entre l'Aar et la Sihl, donnent d'intéressants détails sur les klippes, sans en élucider la situation étrange. Les Mythen sont bien classées dans le jurassique, vu leur superposition au Trias. Les Giswylerstöcke, par contre, sont comme les Klippes d'Iberg, désignés de « Ibergschichten », formation d'âge encore incertain, mais qui serait comprise entre le tertiaire et la craie. Escher avait même pris cette roche pour de l'Urgonien [2]. En adoptant cette nouvelle classification, KAUFMANN se met nettement en contradiction avec sa précédente manière de voir [3], d'après laquelle les Klippes des Mythen, jusqu'aux Giswylerstöcke, seraient jurassiques. C'est évidemment après avoir constaté la superposition de cette formation *sur* le tertiaire, que Kaufmann a adopté cette nouvelle classification.

Il faut mentionner encore ici les conclusions du mémoire couronné de M. FRÜH [4] qui touche très directement au problème qui nous occupe. Basé sur la comparaison des roches contenues dans les poudingues miocènes du plateau suisse, Früh soutient que ces formations sont attribuables à des fleuves, ayant eu leur champ collecteur dans les *Alpes orientales* et *méridionales*, vu l'incontestable analogie des roches *exotiques* contenues dans les poudingues avec celles des Alpes orientales. Cette explication est rendue possible, si l'on admet un déplacement du partage des eaux vers le N. (C'est donc l'exclusion de l'hypothèse de Studer.)

De 1890–1893.

La Carte géologique de la Suisse allait être terminée vers 1890; la grande entreprise éveillée par Studer allait voir son couronnement, et sur la base de cette source si riche en documents, on pouvait maintenant tenter des recherches spéciales

[1] (N° 17) F.-J. Kaufmann, *Kalkstein- u. Schiefergebiet von Schwyz u. Zug*. 1877. « Mat. Carte Géol. Suisse. » XIV.

(N° 18) Kaufmann, *Emmen- u. Schlierengebiet, etc.* « Mat. Carte Géol. Suisse. » XXIV. 1888.

[2] C'est en réalité du Trias, etc., superposé au Flysch et au crétacique.

[3] (N° 19) F.-J. Kaufmann, *5 Neue Jurassier*. « Jahrb. S. A. C. » 1875.

[4] (N° 20) J.-J. Früh, *Beiträge zu Kenntniss der Nagelfluh der Schweiz. Gekrönte Preisschrift*. « Denkschr. Schw. Naturf. Gesellchaft ». XXX, 1888.

nouvelles. L'origine toujours discutée des blocs exotiques du Flysch devait nécessairement être un des premiers objets à mettre à l'ordre du jour. C'est ce qu'avait compris la commission du prix Schläfli de la Société helvétique des sciences naturelles, lorsqu'en 1889 elle mit en concours, pour le 1er juin 1891, la question suivante : *Die exotischen Gesteinsblöcke im Flysch der Alpen sind einer allseitigen Untersuchung besonders im Hinblick auf Ihre Herkunft und Wanderung zu unterziehen.*

Peu de temps après apparut une note de U. STUTZ[1] portant le titre : *Das Keuperbecken am Vierwaldstättersee.* Stutz comprend sous ce nom les Mythen, les Klippes du Buochserhorn, du Cleven, du Stanserhorn et des Giswylerstöcke. Loin de se douter de la vraie situation tectonique de ses objets d'étude, Stutz considère ces lambeaux comme des masses jurassiques reposant sur un socle de dolomie, de cornieule et de gypse triasiques, mais il n'a pu découvrir leur substratum et n'exprime aucune supposition *(Leider wissen wir nicht worauf der Gyps selbst liegt*, p. 105.)

Il a toutefois reconnu que c'est dans le synclinal crétacique et tertiaire, compris entre la chaîne du Pilate-Brügenstock-Hochfluh et celle de Frohnalp-Bauen, que se montrent les masses jurassiques et triasiques en question. Bien que réduits à l'état de lambeaux (Schollen), l'auteur les considère comme formant un bassin triasique complet (Keuperbecken)[2]. En tout cas les définitions stratigraphiques si nettes de la superposition des terrains et sa supposition, non moins remarquable, d'une ancienne jonction entre le trias des Giswylerstöcke et celui de la ligne de Krattigen-Bex méritent d'être relevées. C'est la première fois que ce point de vue est exprimé, bien que très timidement.

L'on voit par ces vagues allusions que la voie pouvant conduire à une solution, était celle de définir la relation entre les roches et blocs exotiques du Flysch et les klippes d'une part,

[1] (N° 21) U. Stutz, *Das Keuperbecken am Vierwaldstätter See.* « N. Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. » 1890. II, 100-140.

[2] En faisant cela, Stutz n'a-t-il pas exprimé *inconsciemment* la réalité des faits, en reconstituant, par une sorte de vision, l'ancienne jonction entre les klippes en question ; s'il avait eu cette notion d'une manière *consciente,* n'aurait-il pas dû saisir la superposition de cette ancienne nappe continue, sur le tertiaire du synclinal Sarnen-Schwytz-Iberg? Mais une telle perspective allait au delà de son horizon.

et entre celles-ci et les terrains de la zone du Stockhorn, qui manque au N E du lac de Thoune. Mais cela ne pouvait se faire que sur la base d'une *étude tectonique* serrée, en y appliquant les vues nouvelles que les recherches des tectoniciens tels que Heim, Bertrand, Gosselet, venaient de mettre en lumière. Or, si la valeur *stratigraphique* de nos mémoires sur la géologie de la Suisse accuse une équivalence assez sensible pour la plupart de ces travaux, il n'en est pas de même des *vues tectoniques* qui s'y trouvent exprimées. La plupart de nos géologues collaborateurs à la Carte géologique suisse n'ont pas osé supposer ce que l'œil *ne peut pas voir ;* c'est pourtant la définition de la structure invisible du sous-sol qui constitue une tâche essentielle du géologue, à la condition, bien entendu, que la théorie *soit assise sur des observations assez nombreuses faites sur le terrain.* Il est toujours permis, et c'est même très désirable, qu'à la suite d'une étude de détail sur une région, l'auteur donne des profils d'ensemble montrant non seulement la structure géologique superficielle, mais aussi les *relations profondes, supposées*, des terrains.

Or, ce sont précisément les indications tectoniques d'ordre général qui font défaut dans beaucoup de mémoires descriptifs sur la Suisse, et pourtant la connaissance aussi complète que possible *de la structure tectonique du versant N. des Alpes suisses était indispensable pour s'approcher de la voie conduisant à une solution du problème posé.* J'avais alors la notion très nette de cette nécessité et des lacunes considérables qu'il faudrait combler pour arriver à un résultat. Si néanmoins je me suis décidé à la fin de l'année 1890 à proposer une solution à la question posée pour le prix Schläfli, c'est dans le sentiment intime que cette solution *n'était pas définitive*, mais qu'elle ne constituait qu'un *acheminement vers la vérité.* C'est dans ce sens qu'elle fut intitulée « Versuch einer Bahnbrechung » et munie de la devise *Errare humanum est* [1].

Dans ce travail il est question d'abord des conglomérats du Flysch, des conglomérats à galets roulés et surtout des brèches

[1] (N° 22) H. Schardt, *Versuch einer Bahnbrechung zur Lösung der Flyschfrage und zur Entdeckung der Herkunft der exotischen Blöcke im Flysch.* Manuscrit présenté au concours pour le Prix Schläfli et couronné du prix. Compte rendu par C. Schmidt, professeur, « Actes Soc. helv. Sc. nat. Fribourg, 1890. »

polygéniques à gros blocs granitiques des Ormonts et des zones du Niesen et du Gurnigel, ainsi que de la région située au N E du lac de Thoune. La brèche de la Hornfluh est considérée comme eocène, vu sa superposition normale sur le tertiaire; elle dériverait de la désagrégation de terrains secondaires (jurassiques, etc.). Après l'examen de la situation tectonique des bords du lac de Thoune, cette étude montre que l'origine des blocs exotiques ne peut, en aucun cas, être attribuée au transport par des glaciers, hypothèse admise antérieurement, mais que ces blocs doivent avoir été introduits dans le Flysch, après s'être détachés presque sur place de leur roche-mère. Cette dernière devait former une falaise que des chevauchements renouvelaient constamment et qui finalement vint se superposer aux amas détritiques. Cela a lieu sur tout le bord N W des Préalpes entre Thoune et Montreux et entre Bouveret et Bonneville. Elle explique clairement la formation de la zone extérieure du Flysch des Voirons au Gurnigel. Une seconde falaise était supposée au pied des Hautes-Alpes, entre Leissigen et Samoëns; elle devait constituer, avec un socle granitique, un prolongement du massif du Mont-Blanc et de celui de l'Aar, qui offre, dans la vallée du Gasteren, des granites semblables à ceux des Ormonts. Après avoir nourri les amas détritiques du Flysch du Niesen, cette seconde falaise fut recouverte à son tour par le renversement et le charriage des plis des Hautes-Alpes. Au N E du lac de Thoune et au S W de la vallée de l'Arve, le charriage des plis à facies helvétique fut si intense que toute la zone des Préalpes fut recouverte, sauf les quelques lambeaux au-dessus de Ralligen, et les blocs et débris contenus dans le Flysch. Quant aux klippes, que je considérais comme des *blocs exotiques gigantesques reposant librement sur le Flysch*, *ou enfoncés dans celui-ci*, leur situation *en arrière* de la première chaîne à facies helvétique est expliquée provisoirement comme résultant d'une percée ou d'un retournement de la nappe préalpine qui devait exister ici *au-dessous* des plis du facies helvétique. C'était, comme on le voit, un développement de l'hypothèse de Studer. Subsidiairement l'origine des roches à facies austro-alpin dans les poudingues miocènes se rattache à la disparition de klippes plus grandes ayant existé sur le bord N. des Alpes et que l'érosion miocène a démantelées.

Dans son grand mémoire sur les Hautes-Alpes vaudoises et une partie adjacente des Préalpes des environs de Bex, M. RENE-

VIER[1] a admis, pour les Préalpes et les Hautes-Alpes voisines, des différences de profondeur, comme explication de la différence de facies. Il admet une série d'oscillations inverses, autour d'une ligne nodale, formée par le contact entre les deux régions, soit par la zone des gypses de Leissigen à Samoëns. Le transport des blocs exotiques par des glaces n'est plus pour lui une simple supposition, mais c'est une explication qui s'impose réellement.

Depuis 1890 jusqu'à aujourd'hui, le débat sur l'origine des blocs exotiques du Flysch est entré dans une phase nouvelle et vraiment féconde.

En montrant que la solution ne pouvait être atteinte que par une étude *tectonique* simultanément avec des recherches *stratigraphiques* et *pétrographiques*, le mémoire présenté par moi, au concours pour le prix Schläfli, avait donc entièrement atteint son but, qui était *de montrer le chemin*.

Pendant que Maillard travaillait encore en 1890 dans les Alpes de Savoie, MM. RENEVIER et LUGEON continuèrent leurs recherches dans le Chablais. M. CH. SARASIN entreprit des études pétrographiques sur les roches cristallines du Flysch, et M. STEINMANN, à Fribourg-en-Brisgau, toujours attiré par les problèmes qui se rapprochent d'une solution imminente, se préparait à lancer un de ses élèves sur cette voie. D'autre part, la commission géologique suisse chargea, vers 1891, M. BURCKHARDT d'une étude tectonique du contact entre les terrains miocènes et la première chaîne alpine entre le lac de Thoune et le Rhin, où devrait exister la trace du contact anormal résultant du charriage supposé par moi. Une volumineuse littérature est venue s'ajouter pendant ce septennat à ce que nous possédions déjà sur cette question, et ce résultat est plus que réjouissant. Cette littérature représente plus de dix fois toute la littérature parue sur les objets en discussion depuis 1853 à 1890. La préparation du congrès géologique international devant se réunir en 1894 à Zurich, a sans doute beaucoup contribué à cette recrudescence d'activité dans cette direction.

Voici en quoi consistent les résultats et les conclusions de ces travaux :

1891. Nous ne possédons, malheureusement, aucune donnée

[1] (N° 23) E. Renevier, *Hautes Alpes vaudoises.* « Mat. Carte Géol. Suisse. » XVI, 1890.

imprimée sur les idées de *Maillard*[1] que le problème intéressait beaucoup. Dans les correspondances et les conversations que j'ai eues avec lui peu de temps avant sa mort, il me disait être intimement convaincu de *l'existence d'un massif ancien sous les Alpes du Chablais*, massif dont les affleurements cristallins du plateau du Gets ne seraient que des pointements ; il m'affirmait aussi avoir toujours considéré le contact entre les chaînes alpines et le tertiaire miocène entre Annecy et La Roche comme un *contact absolument normal*, ce qui serait contraire à l'hypothèse d'un charriage du faciès helvétique (faucignyen d'après Maillard).

Dans une publication relative à l'excursion de la *Société géologique suisse*[2], dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises, j'ai définitivement renoncé à considérer comme éocènes les cornieules, dolomies et gypses, classés auparavant dans le Flysch. Leur contact avec le Flysch est dû partout manifestement à des chevauchements. J'ai également admis, quoique avec doutes, l'âge jurassique de la Brèche de la Hornfluh. Dans le profil théorique accompagnant cette note est figurée pour la première fois la superposition par chevauchement[3], sur plus de 10 kilomètres de largeur, du bord des Préalpes sur le Flysch de la zone du Niremont, ainsi que le deuxième chevauchement dirigé en apparence en sens *inverse*, du côté du Flysch de la zone du Niesen, ce qui expliquerait la configuration en fond de bateau de l'ensemble de la région des Préalpes ; sur ces deux lignes de contact anormal, le Trias des Préalpes est figuré en superposition concordante, mais anormale, sur le Flysch, ce qui est réellement le cas (N° 24, pl. V, fig. 1).

En 1892 paraît déjà une étude pétrographique de M. Ch. Sa-

[1] Je crois devoir faire mention ici de l'opinion de Maillard, qui mérite d'être connue, comme ayant une valeur scientifique très réelle. Maillard est mort en juin 1891, avant d'avoir pu conclure ses recherches.

[2] (N° 24) H. Schardt, *Excursion de la Société géologique suisse dans les Préalpes fribourgeoises et vaudoises du 21 au 24 août 1891.* « Arch. Sc. phys. et nat. Genève. » Déc. 1891 et Janv. 1892. T. XXVI et XXVII.

[3] D'après mes précurseurs (Gilliéron, Favre, etc.), j'avais admis là auparavant une *faille verticale*, sauf au pied du Grammont et du Mont Cubly sur Montreux, où j'avais observé moi-même la superposition presque concordante, mais anormale du Trias sur le Flysch.

RASIN [1], portant sur les roches des conglomérats du Flysch de la zone du Niesen, de celle du Niremont-Berra-Gurnigel, de la vallée de Habkern et de quelques autres régions. L'auteur est conduit à constater une analogie frappante entre certaines roches des brèches du Flysch et des blocs exotiques, avec des roches cristallines du versant sud des Alpes. Mettant en doute l'hypothèse de Studer, M. Sarasin admettrait plutôt le transport des blocs exotiques d'une région méridionale éloignée, par des cours d'eau et des glaciers, tout en considérant la question comme n'étant pas encore mûre pour être résolue définitivement.

Les études de M. MICHEL LÉVY [2] sur les klippes de roches cristallines des Gets conduisent à des conclusions tout à fait opposées. Ces grands affleurements de roches éruptives ne sont ni des blocs exotiques, ni des filons ayant pénétré dans le Flysch, vu leur caractère de roches anciennes. Ce seraient donc des pointements d'un massif ancien enveloppé de Flysch.

En cela, M. RITTENER [3] adhère aux idées de M. Michel Lévy, en décrivant le bloc de porphyrite de la vallée des Fénils près Rougemont (Pays-d'Enhaut vaudois).

Une notice pétrographique de M. FREY [4] s'occupe de la nature de quelques roches cristallines du poudingue miocène des bords du lac de Thoune. L'auteur cherche leur origine successivement en Scandinavie, en Angleterre, dans les Vosges, dans la Forêt-Noire et dans les Alpes orientales et méridionales, avec des résultats négatifs partout. Il finit par penser que la théorie de Studer est peut-être la vraie.

Un mémoire de M. JACCARD [5] sur les massifs du Chablais, spécialement sur la région de la Brèche jurassique, insiste sur la nécessité de considérer celle-ci comme terrain jurassique. Cette étude manque de vues générales et ne se termine par aucune

[1] (N° 25) Ch. Sarasin, *Die Conglomerate und Breccien des Flysch*· « Neues Jahrb. f. Min. et Geol. » VIII. 1892. 180–215.

[2] (N° 26) M. Levy, *Etude sur les pointements de roches cristallines*, etc. « Bull. Serv. Carte Géol. Fr. » II. 1891–92.

[3] (N° 27) Rittener, *Pointements cristallins dans le Flysch.* « Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. » 1892. XXVIII. 180.

[4] (N° 28) H. Frey, *Zur Heimatbestimmung der Nagelfluh.* Bern, 1892.

[5] (N° 29) A. Jaccard, *Etude sur les massifs du Chablais.* « Bull. Serv. Carte Géol. France. » III. N° 26. 1892.

conclusion quant à la situation tectonique ou stratigraphique de cette région et quant à ses rapports avec son entourage.

M. QUEREAU [1], élève de M. Steinmann, a fait en 1892 déjà un compte rendu préliminaire sur ses recherches dans la région des klippes d'Iberg, mais sans émettre de conclusion. Lui aussi voit une certaine relation entre les klippes, les blocs exotiques et les brèches du Flysch, et admet l'hypothèse d'une *chaîne marginale disparue* (Studer), la *chaîne vindélicienne* (selon Gümbel) [2], où serait à chercher l'origine du matériel exotique; car les blocs exotiques et les klippes reposent toujours sur le Flysch, ou y sont enfoncés, toujours sans aucune connexion visible avec des terrains *in loco* de même âge des chaînes voisines.

1893. Dans une notice sur les *environs de Montreux* [3], j'ai essayé de représenter au moyen de profils la situation présumée du massif cristallin, dont on peut supposer l'existence sous les Préalpes. Les terrains de celles-ci chevauchent également sur le Flysch de la zone extérieure et sur celui de la zone intérieure; il devient donc nécessaire d'admettre un *écrasement* ou *étranglement du horst préalpin*, pour expliquer ce mouvement bilatéral.

Cette même année, M. MARCEL BERTRAND [4] a achevé et fait paraître sa monographie géologique du Môle, montagne des plus remarquables, qui marque, comme une pierre angulaire, l'extrémité occidentale des Préalpes du Chablais, tout comme le Stockhorn limite les Préalpes bernoises au N E. L'étude de ce massif a conduit l'éminent professeur de l'Ecole des mines de Paris à admettre, le long de la vallée de l'Arve, un *rebroussement* des plis, autant du système des plis préalpins que de ceux des Alpes d'Annecy (plis faucignyens).

Malgré la difficulté que ressent l'auteur à reconnaître les

[1] (N° 30) Quereau, « Bericht über die 39. Versamml. Der deutsch. Geol. Gesellsch. », Strassbourg. 1892.

[2] (N° 31) Gümbel. *Geologie von Bayern.* 1894, p. 19-31, 266, 401 et 583.

[3] (N° 32) H. Schardt, *Coup d'œil sur la structure géologique des environs de Montreux.* « Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. » XXIX. 1893. 241-255.

[4] (N° 33) M. Bertrand, *Le Môle et les collines du Faucigny (Haute-Savoie).* « Bull. Carte Géol. France. » IV. 1892-93.

mêmes éléments tectoniques de part et d'autre de cette vallée, il conclut que *ce sont les mêmes plis qui se continuent de part et d'autre de l'Arve; les deux moitiés d'un même pli se rejoignent dans la vallée de l'Arve, après s'être déviées le long d'une véritable arête de rebroussement* (Schaarung), *au point même où un changement de facies se produit, entre les sédiments de même âge, des deux côtés de l'Arve.* Ce changement de facies serait le résultat de la formation, à l'époque liasique, d'un pli monoclinal courbe, dont le Môle occuperait le sommet d'angle. C'est autour de ce pli, qui a commencé à s'ébaucher dès l'époque liasique, que sont venus se mouler les plissements subséquents des terrains formés de part et d'autre. Cette explication paraît à M. Bertrand bien plus logique que celle d'une faille, soit d'une faille de décrochement, d'une faille verticale d'affaissement, ou d'une faille de plissement (pli-faille). Si faille il y a sur le cours de la vallée de l'Arve, elle est secondaire et sans importance pour l'explication que comporte la situation tectonique de ce point.

On voit que l'éminent maître n'applique guère, après examen sur place, sa supposition d'un vaste pli de recouvrement, prolongeant, à travers la Suisse occidentale, jusqu'au delà de la vallée de l'Arve le grand pli glaronnais, ainsi qu'il l'avait fait en 1884, avant d'avoir visité le Chablais. La mollasse rouge qui contourne le Môle, au Sud et à l'Ouest, en formant son socle, se serait déposée le long du pied de la chaîne, en discordance et en transgression; puis elle fut entraînée dans la dislocation post-miocène, ce qui expliquerait sa position actuelle, renversée et plongeant visiblement sous le massif du Môle.

En somme, les phénomènes tectoniques observés et étudiés par M. Bertrand se résument à la constatation d'un *renfoncement* des plis sur l'emplacement de la vallée de l'Arve, perpendiculairement à la direction générale des plis; ce renfoncement se continuerait même vers le Sud, dans le massif de Platé, où il serait indiqué par les contours de l'Eocène. D'autre part, M. Bertrand considère le pli du Semenoz près d'Annecy, comme un équivalent du pli des Voirons. Comme qu'il en soit, l'auteur conclut par la constatation, bien positive pour lui, qu'au Môle les plis alignés du Nord au Sud, au moment où ils arrivent à la vallée de l'Arve, se dirigent vers l'Est, en se renversant vers le Sud, et ne se continuent pas dans cette direction au delà de Châtillon.

L'année 1893 a vu apparaître aussi les premiers résultats des

études de MM. RENEVIER et LUGEON[1] dans le Chablais, et tôt après des profils transversaux de cette région, accompagnant un programme d'excursion de la Société géologique suisse et un aperçu plus complet du champ d'excursion.

Le premier point à noter est la séparation qu'il faut faire entre les *Préalpes proprement dites*, aux chaînes arquées, touchant avec leur base triasique, par contact anormal, au Flysch de la zone des Voirons, et la zone de la *Brèche du Chablais*, également jurassique comme les chaînes extérieures, mais offrant un *facies bréchiforme*.

Le résumé des conclusions conduit les auteurs à admettre, sous la brèche du Chablais, un massif ancien, dont les pointements cristallins des Gets seraient des témoins. *C'est ce massif, couvert de terrains triasiques, qui a nourri de ses débris la sédimentation de la brèche jurassique du Chablais.* Immergé pendant la sédimentation crétacique, le massif ancien a été remis à nu pendant la formation du Flysch et a fourni à celui-ci ses blocs cristallins et sédimentaires. Pendant la grande dislocation post-miocène, ce massif ou Horst a subi un écrasement complet et produit un déjettement des plis préalpins vers les Hautes-Alpes (au S.-E.), puis il s'est déplacé tout d'une pièce vers le N W, en déterminant ainsi la forme arquée des chaînes extérieures des Préalpes, qui durent se mouler autour de ce pilier poussé vers le N W.

Le rôle si remarquable toutefois de la faille de recouvrement qui marque le contact des chaînes calcaires des Préalpes avec la première zone du Flysch (celle des Voirons) n'est pas mis en évidence et cet accident n'est qu'à peine mentionné par M. Renevier.

M. LUGEON[2] s'étend plus longuement sur la disposition de la

[1] (N° 34) Renevier et Lugeon, *Géologie du Chablais et du Faucigny-Nord.* « Soc. vaud. Sc. Nat. », 2 nov. 1892 ; « Eclogæ geol. hel. » III. 293. 1892.

(N° 35) Renevier et Lugeon, *Programme d'excursion dans le Chablais.*

(N° 36) Renevier, *Géologie des Préalpes de la Savoie* (discours présidentiel). « C.-R. Soc. helv. Sc. Nat. », Lausanne 1893 ; « Eclogæ geol. hel. » IV. 1893. 45-73, 98-108.

[2] (N° 37) M. Lugeon, « C.-R. Soc. hel. Sc. Nat. », Lausanne 1893 ; « Eclogæ ». IV. 1893. 110-113.

Brèche jurassique du Chablais et constate que la tectonique de cette région est aussi étrange que sa stratigraphie. Les couches de Brèche empiètent de part et d'autre sur le Flysch [1], de telle sorte que le front ou contour convexe du pli déjeté que suppose cette disposition n'est pas aligné en ligne droite, mais décrit une courbe fermée semblable à un *vasque* ou *champignon*. Ce serait donc réellement un *pli à déversement périphérique, dont le socle enfoncé dans le Flysch simule la tige d'un champignon.* La Brèche du Chablais présente donc la forme d'un champignon surgissant au-dessus d'un massif ancien.

De 1893-1898.

L'on sent qu'après ces préliminaires, où ont été mis en présence l'opinion de tous ceux qui ont poursuivi de longues et patientes recherches, le moment ne pouvait pas être loin de résumer en une conception unique les connaissances sur le problème et d'en indiquer une solution définitive. C'est ce que e fis encore avant la fin de l'année 1893. Constatant la grande difficulté d'étendre l'hypothèse de Studer à la région au N E du lac de Thoune et à celle au S W de la vallée de l'Arve, je sentis d'autre part, très nettement, que la *nature tectonique des Préalpes*, les *klippes*, les *blocs exotiques*, la *formation des brèches à matériaux exotiques* et le *facies du Flysch en général, ne formaient qu'un enchaînement d'énigmes, qu'un seul phénomène, encore indéfini, devait expliquer.* L'examen approfondi de la tectonique des Préalpes qui faisaient alors l'objet de mes études de prédilection depuis près de 14 ans, m'a fait entrevoir la solution déjà exprimée dans le chapitre I [2]; celle *de considérer l'ensemble des Préalpes comme une seule nappe de recouvrement ou plutôt de charriage (nullement un pli couché) qui aurait glissé du centre des Alpes vers le Nord, en passant par-dessus les massifs cristallins. Elle s'étendait au N E jusqu'au Rhæticon et au S E jusqu'au delà d'Annecy. Pendant son déplacement, entraî-*

[1] C'est cette constatation, faite déjà par Gilliéron et avant lui par Studer, et qui fut observé constamment par moi, soit dans les Alpes vaudoises pour la Brèche de la Hornfluh et dans le Chablais valaisan pour la Brèche du Chablais, qui avait motivé la classification de ce terrain dans le tertiaire.

[2] (N° 38) H. Schardt, *a) L'origine des Préalpes romandes.* « Archives, Genève. » XXX. Décembre, 1893. *b)* « C.-R. Acad. des Sciences, Paris». 20 Nov. 1892.

nant avec elle des masses considérables de terrains cristallins, elle a nourri de ses débris la formation des brèches et grès du Flysch. Entre l'Aar et le Rhin et au S W de l'Arve, cette nappe charriée a disparu presque entièrement par l'érosion pendant la formation des poudingues miocènes et plus tard, en ne laissant que les klippes et les lambeaux de recouvrement, comme témoins de son ancienne extension. Les régions de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh, de part et d'autre du Rhône, appartiennent à une seconde nappe de charriage, superposée à la première et provenant d'une région située encore plus au sud que le point de départ de la première.

Cette note, de 14 pages à peine, a eu quelque retentissement, soit qu'elle ait trouvé de la sympathie, soit qu'elle ait soulevé des objections. Quoi qu'il en soit, *c'était pour moi un devoir de faire connaître* cette manière de voir qui ouvrait des horizons si nouveaux. en découvrant un champ d'activité pour plus qu'une génération de géologues. J'en reparlerai plus loin et passe à l'étude des publications parues depuis lors et qui ont apporté plus d'une confirmation de ma conception.

Le premier mémoire qui a paru est celui de M. K. BURCKHARDT[1] sur le contact entre la première chaîne alpine et le miocène du plateau suisse entre l'Aar et le Rhin. L'auteur fait le procès de l'hypothèse de Studer et combat l'application et l'extension que j'en avais faite dans le mémoire pour le prix Schläfli, en montrant que sur toute la bordure des Alpes (sauf dans le voisinage du lac de Thoune) ce contact est normal; qu'il n'y a donc pas eu de chevauchement des plis alpins sur le tertiaire ayant pu recouvrir la chaîne préalpine disparue. L'on voit que cette contestation de ma précédente manière de voir n'est qu'une attestation de ma nouvelle explication.

Il est donc d'autant plus étonnant que le mémoire de M. QUEREAU[2], également publié sous les auspices de la Commission géologique suisse, revienne catégoriquement sur l'hypothèse de Studer. M. Quereau, après avoir reconnu par des études minutieuses, des roches très semblables à celles du Trias, du Lias et

[1] (N° 39) C. Burckhardt, *Die Kontaktzone wischen Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen vom Bodensee bis zum Thunersee.* « Mat. Carte Géol. Suisse. » N.-S. T. II. 1893.

[2] (N° 40) E. Quereau, *Die Klippenregion von Iberg.* « Mat. Carte Géol. Suisse. » N.-S. III. 1893.

du Jurassique des Alpes orientales et reconnu anssi que les klippes d'Iberg du moins devaient avoir formé jadis une nappe unique avec les Mythen, conclut *que cette nappe doit être due à un chevauchement venu du Nord et dont le point de départ, soit la chaîne vindélicienne ou marginale de Studer est à rechercher sous les sédiments de la mollasse.* Ce travail peut certainement passer pour un modèle d'étude locale minutieuse et de figuré cartographique détaillé de ces accidents si compliqués. Quereau a constaté encore que le facies des terrains des klippes passe dans la direction de l'Est insensiblement au facies austro-alpin. Il considère la chaîne vindélicienne comme un prolongement des Alpes orientales qui se serait étendu jusqu'au delà d'Annecy et dont les Préalpes du Stockhorn et du Chablais seraient une partie *moins enfoncée* que le reste.

1894. M. SARASIN [1] a publié une réédition développée de ses études sur les roches du Flysch en y joignant des analyses. Dans ses conclusions, il soutient que les Klippes cristallines des Gets, les brèches des Ormonts et du Niesen et les poudingues des Voirons-Habkern, *sont des choses absolument différentes.* Il considère les premiers comme des témoins du prolongement du massif de Belledonne sous les Préalpes du Chablais. Les roches cristallines de la zone du Niesen proviendraient du versant N du massif du Mont-Blanc, tandis que les roches du Gurnigel et du Habkern auraient leur origine dans les Alpes méridionales (Baveno-Predazzo) et auraient été apportés par des courants d'eau et des glaciers. Quant à la théorie d'un charriage des Préalpes et de la nappe des klippes, il la croit sans fondement.

M. MŒSCH [2], qui a consacré aux klippes du canton d'Unterwalden une large partie de son récent mémoire et une série de planches, ne dit rien sur leur origine, sauf que les brèches du Flysch qui entourent les klippes proviennent probablement de la destruction de celles-ci. Quant à l'origine des klippes, la cause de leur tectonique étrange, leur apparition et leur disparition subite, etc., M. Mœsch s'en étonne... mais laisse la question ouverte [3].

[1] (N° 41) Ch. Sarasin, *L'origine des roches exotiques du Flysch.* « Arch. Genève. » XXXI et XXXII. 1894.

[2] (N° 42) C. Mœsch, *Geologische Beschreibung der Kalk- und Schiefergebirge zwischen Reuss und Kienthal.* « Mat. Carte Géol. Suisse. » XXIV. 3. 1894.

[3] Wir wollen das Fabulieren Andern überlassen.

Déjà en février 1894, M. KILIAN[1] a fait présenter à la Société géologique de France une série de remarques sur ma *théorie du charriage lointain des Préalpes et des klippes*. Admettant que la chaîne des Voirons constitue un pli en place absolument indiscutable, M. Kilian ne peut pas croire au charriage des Préalpes, dont le facies néocomien est tout à fait semblable à celui des Voirons. Le savant professeur de Grenoble admet par contre la possibilité que la *Brèche du Chablais* et de la *Hornfluh* forment des nappes superposés au Flysch des Préalpes et proviendraient bien d'une nappe de charriage venue du sud.

Dans les programmes d'excursion, publiés à l'occasion du Congrès géologique de 1894, le problème en débat a été touché soit par M. SCHMIDT[2], soit par moi. M. Schmidt, s'inspirant des idées de M. Quereau, admet la manière de voir de ce dernier au sujet des klippes d'Unterwalden et de Schwytz, en reliant les klippes et les blocs exotiques à un recouvrement *venu du Nord*, d'une chaîne aujourd'hui disparue sous les sédiments miocènes (chaîne vindélicienne).

J'ai indiqué, en peu de mots ma théorie[3] dans le programme d'excursion sur les Alpes suisses occidentales en l'appuyant par des profils de part et d'autre de la vallée du Rhône.

M. QUEREAU[4] a donné le résultat d'une exploration faite sur la zone de contact des Hautes Alpes et des Préalpes dans la région de la Lenk. Il montre là la colline de l'Oberlaubhorn, formée d'une série normale de couches liasiques et triasiques reposant sur les plis crétaciques des Hautes-Alpes, sur une ongueur d'environ 4,5 kilomètres. L'auteur revient sur ses con lusions précédentes et voit dans ce phénomène une des preuves du chevauchement de la *chaîne vindélicienne* sur les Hautes-Alpes à facies helvétique. Le chevauchement du bord N. des Préalpes sur le Flysch de la zone du Gurnigel est passé entièrement sous silence par l'auteur.

[1] (N° 43) Kilian, *Origine des Préalpes romandes et de la région de la Brèche du Chablais*. « C.-R. Soc. Géol. France. » 5 février 1894.

[2] (N° 44) Schmidt, *Excursionsprogramm durche die Centralalpen*. « Livret-Guide géologique. » 1894. 121.

[3] (N° 45) Schardt, *Excursion géologique au travers des Alpes occidentales suisses*. « Livret-Guide géologique. » 1894. 171.

[4] (N° 46) E. Quereau, *Grenzzone zwischen Hochalpen und Freiburgeralpen*. « Ber. d. Naturf. Gesellsch. » Freiburg i. Br. IX. 1894.

En se basant sur les caractères stratigraphiques, M. HAUG [1] a cherché à démontrer que la théorie d'un charriage des plis des Préalpes était absolument inadmissible et que le développement stratigraphique de cette région était complètement en accord avec le contraste de facies qu'elle offre vis-à-vis de son entourage à faciès helvétique. Il admet pour la région des Préalpes deux zones d'affaissement ou géosynclinaux, séparées par un géanticlinal, marqué par les couches à Mytilus.

Ces zones se succéderaient comme suit sur une coupe transversale allant de l'extérieur des Alpes vers le centre :

1. Facies jurassien de mer peu profonde. — Jura.
2. Facies vaseux de mer relativement profonde. — Chaînes extérieures des Préalpes.
3. Facies littoral avec dépôts bréchoïdes. — Région des c. à Mytilus et de la brèche du Chablais-Hornfluh.
4. Facies vaseux de mer assez profonde, marquant la zone des cols de la Lenk à St-Maurice.
5. Facies littoral des Hautes-Alpes calcaires (facies helvétique).

Les dispositions tectoniques anormales et extraordinaires de cette région, surtout le contact anormal des terrains à facies préalpin avec le facies des Hautes-Alpes, s'expliquent, selon M. Haug, par des dislocations ayant déjà commencé à se faire sentir dès l'époque liasique jusqu'à l'ère tertiaire. Il en est de même de toutes les lignes de contact anormal, où le Flysch touche directement des terrains antérieurs au Lias. Ces lignes sont, selon M. Haug, les axes d'anticlinaux anténummulitiques.

Il applique même ce principe aux klippes de la vallée du Reposoir qui jalonneraient encore un anticlinal anténummulitique, surgissant, avec le facies préalpin, au milieu de ce synclinal à facies helvétique. Des recherches stratigraphiques lui permettent d'affirmer, en outre, qu'il y a dans cette région des passages entre les facies de part et d'autre.

L'on voit que M. Haug ne tient guère compte des caractères tectoniques de cette région ; les recouvrements constatés sont pour lui le résultat de la compression latérale qui a fait naître, postérieurement à l'époque miocène, la structure imbriquée en

[2] (N° 47) E. Haug, *L'origine des Préalpes romandes et les zonse de sédimentation des Alpes.* « Archives, Genève. » T. XXXII. 1894. 154-173.

éventail, qu'il compare au grand éventail imbriqué de la zone centrale des Alpes.

La substitution des plis des Hautes-Alpes à ceux des Préalpes au bord du lac de Thoune et au bord de l'Arve serait due à l'enfoncement des Préalpes sous le Flysch et à un épanouissement des plis des Hautes-Alpes au point même où s'arrête le géanticlinal de l'époque secondaire, expliquant ainsi la concordance entre l'individualité stratigraphique et l'individualité tectonique des Préalpes.

En *1895*, M. HAUG[1] revient sur la tectonique et la stratigraphie des klippes du Synclinal du Reposoir, dont l'étude a été entreprise par lui en collaboration avec M. LUGEON. La superposition du Lias et du Trias de ces klippes sur le Flysch, déjà nettement envisagée par MAILLARD[2], en 1891, est considérée par M. Haug comme le résultat du déversement en sens inverse d'un pli anticlinal, ayant créé la structure imbriquée. Cette dislocation lui paraît accusée par des lames de jurassique plongeant sous le massif liasique. La situation de ce dernier s'explique ainsi facilement, pour M. Haug, par surrection sur place d'un anticlinal triasique et liasique à travers le Flysch qui l'entoure; on a vu que cette explication a été écartée déjà par Alph. Favre.

Cette même année, M. LUGEON[3] a opposé à ma théorie une série d'objections: Impossibilité de retrouver au sud de la zone du Dauphiné (Hautes-Alpes) les roches du Chablais, en particulier la Brèche; la zone du Briançonnais n'offre aucun point d'attache sérieux à cette hypothèse. Il se rallie, avec MM. Haug et Kilian, à l'idée de considérer la région du Chablais comme étant en place et appartenant à la couverture sédimentaire d'un Horst, déversée et chevauchée sur les plis des Hautes-Alpes, par un mouvement N.—S., comme l'a admis Quereau en 1893. L'hypothèse des plis en champignon a vécu ; il n'en est plus question.

[1] (N° 48) E. Haug, *Le synclinal de Serraval et la Montagne de Sullens.* « C.-R. Soc. Géol. France. » Séance du 4 février 1895.

[2] (N° 49) G. Maillard, *Note sur la géologie des environs d'Annecy, La Roche et Bonneville.* « Bull. Serv. Carte Géol. France. » N° 6. 1889. Pl. V. Pag. 21-27.

[3] (N° 50) M. Lugeon, *L'origine des Préalpes romandes.* « C.-R. Soc. vaud. Sc. Nat. » Séance du 15 mai 1895. « Archives, Genève. » XXXIV. Juillet 1895.

M. Lugeon admet, en suivant les facies du dogger, qu'avant le plissement, les facies se seraient succédé comme suit du N. au S.:

Facies à *Zoophycos*, facies à *Mytilus*, couches terrestres, Brèche du Chablais, facies à *Zoophycos*.

Le refoulement a fait chevaucher de part et d'autre la masse de Brèche sur le facies voisin en donnant à l'ensemble la forme en fond de bateau, avec structure imbriquée. Il admet également, avec M. Haug, la même explication pour la klippe du mont Sullens, en ajoutant toutefois prudemment qu'il ne donne cette explication que comme une hypothèse exprimant sa manière *actuelle* d'interpréter les phénomènes.

J'ai opposé à ces objections une réplique, dont les chefs sont les suivants [1] :

1. L'absence des divers terrains et facies du Chablais dans une région au Sud n'est pas un argument contre l'hypothèse du charriage. Mais cette assertion de M. Lugeon est contraire aux faits, car il est incontestable que la zone du Briançonnais renferme des terrains *analogues* à ceux du Chablais, alors qu'on n'en connaît *aucune trace* au nord des Préalpes.

2. Absence de continuité entre la zone du Chablais-Stockhorn et des terrains de même âge des régions voisines.

3. Le métamorphisme dynamique qui a transformé les sédiments et roches cristallines dans la région centrale des Alpes, n'a pas fait sentir son effet sur les terrains de la région des Préalpes, ceux-ci ayant quitté leur gisement primitif *avant* la grande dislocation post-miocène.

4. La structure en éventail imbriqué est la conséquence du plissement *subséquent* au charriage, alors que la nappe était resserrée entre les plis entassés des Hautes-Alpes et les terrains miocènes.

5. J'ai relevé le contraste entre la forme des plis des Hautes-Alpes et ceux des Préalpes et formulé la *Loi des Préalpes* (voir page 116).

Dans son mémoire sur les hautes chaînes calcaires de la Savoie, M. Haug [2] examine de nouveau le problème. Il donne

[1] (N° 51) H. Schardt, *Remarques sur la communication de M. Lugeon* « C.-R. Soc. vaud. Sc. Nat. » Séance du 15 mai 1895. « Archives, Genève. » Juillet 1895.

[2] (N° 52) E. Haug, *Etudes sur la tectonique des hautes chaînes calcaires de la Savoie.* « Bull. Serv. Carte Géol. France. » T. VII. N° 47. 1895.

même une petite carte expliquant la situation de la région du Chablais et la direction des plis des Hautes-Alpes, mais sans apporter des faits nouveaux appuyant sa manière de voir. Il remarque toutefois que l'alignement différent des plis correspond à deux systèmes de plis conjugués d'âge différent.

En écrivant, à la fin de l'année 1895, les dernières pages de son grand mémoire sur la *Région de la Brèche du Chablais*, M. LUGEON [1] sent son aversion pour la théorie du charriage de la région de la Brèche, et même des Préalpes en entier, s'envoler comme par enchantement. On remarque, en lisant son livre, que les divers chapitres ont vu le jour alors que l'auteur a subi dans son esprit une transformation très sensible. Convaincu en 1893 et 1894 de l'existence de *plis en champignon*, il se rallie, en 1895, à l'*hypothèse de Studer*, que je venais d'abandonner deux années auparavant. Mais en relisant ses arguments et, surtout, en revisant les diverses théories émises pour expliquer l'énigme, il se sent gagné par ma théorie et il termine son mémoire en faisant cet aveu très significatif : « C'est donc par le doute, mêlé cependant de conviction, que je termine ce travail. »

On voit surtout cette transformation s'opérer en lisant la discussion des hypothèses, formant les dernières pages du volume. Peu de semaines après, en remettant le volume imprimé à la Société vaudoise des sciences naturelles, M. Lugeon [2] se déclare entièrement convaincu, même « le doute » a disparu, et il épouse en entier, sans aucune réserve, mes explications, qu'une année auparavant il combattait encore sur toute la ligne. Il constate lui-même la presque identité de certaines roches de la zone du Briançonnais avec celles du Chablais et accepte point par point les chefs de ma réplique du 15 mai 1895, ce que j'ai constaté alors avec une vive satisfaction [3].

1897. En attendant, M. HAUG [4] soumet tous mes arguments à

[1] (N° 53) M. Lugeon, *La région de la Brèche du Chablais*. « Bull. Serv. Carte Géol. France. » T. VII. 1895–96.

[2] (N° 54) M. Lugeon, *Les grandes dislocations des Alpes de Savoie*. « C.-R. Soc. vaud. Sc. Nat. » Séance du 6 mai 1896. « Archives, Genève ». II. Juillet 1896.

[3] (N° 55) H. Schardt, *Observations sur la communication de M. Lugeon*. « C.-R. Soc. vaud. Sc. Nat. » Séance du 6 mai 1896. « Archives, Genève. » II. Juillet 1896.

[4] (N° 56) E. Haug, *Le Problème des Préalpes*. « Revue générale des Sciences. » 15 sept. 1897.

un nouvel examen serré et pose le problème tel que je l'ai exposé. Tout en reconnaissant les grands avantages de cette conception, il est néanmoins conduit à écarter entièrement l'hypothèse d'un charriage d'une région centrale des Alpes. Il oppose à cette explication les objections que nous connaissons déjà. Le savant maître de conférences de géologie à la Faculté des sciences de Paris reçonnaît cependant l'analogie de certains terrains des Préalpes avec certaines assises de la zone du Briançonnais, mais il conclut néanmoins que l'hypothèse du charriage se heurte à des impossibilités stratigraphiques, tandis que l'hypothèse du géanticlinal préalpin, suivi d'un éventail composé imbriqué, explique facilement, selon lui, toutes les particularités, tant stratigraphiques que tectoniques, de la région du Chablais.

Aujourd'hui, nous sommes au point où l'idée d'un charriage en bloc de toute la région des Préalpes et de la zone des klippes. allant, dans son ensemble, du lac d'Annecy au Rhin, tend à prendre corps et doit s'imposer à tous ceux qui connaissent le problème par le menu et ont visité la région dont il s'agit.

Des maîtres de la science, tels que MM. Heim, Suess, Bertrand, de Margerie, de Lapparent, Kilian, etc., ont déclaré vouloir rester spectateurs et attendre les résultats des recherches futures, tout en se déclarant assez favorables à l'idée du charriage ; d'autres pensent que le doute est préférable à l'erreur et s'abstiennent de toute appréciation ; enfin grand est sans doute le nombre de ceux qui déclarent, avec M. Haug, l'explication impossible ou inadmissible *(undenkbar)*. Il sera réservé aux futures recherches d'achever et de compléter la démonstration[1].

Il y aura lieu d'entreprendre des recherches stratigraphiques nouvelles et détaillées, portant à la fois sur les terrains des Préalpes elles-mêmes et sur les roches métamorphiques des zones intérieures des Alpes. La pétrographie aura à soumettre

[1] Voir encore, outre le présent travail :

(N° 57) H. Schardt, *Un problème de géologie alpine.* Leçon inaugurale du cours de géologie, professé à l'Académie de Neuchâtel ; prononcé le 5 Juin 1897. « Bull. Soc. neuch. de Géographie. » 1897-98, t. X (à paraître en 1898.)

(N° 58) H. Schardt, *Die exotischen Gebiete, Klippen, und Blöcke am Nordrande der Schweizeralpen.* Vortrag gehalten an der Jahresversammlung der Schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Engelberg den 12, Sept. 1897. « Eclogæ geol. helv. » 1897. V. N° 4. 233-250.

ces roches à l'examen microscopique, aidé de l'analyse chimique. En même temps, le tectonicien poursuivra ses observations, avec la même patience, en relevant et en notant la position réciproque des terrains. C'est ainsi que peu à peu la construction s'achèvera avec la collaboration de tous. Déjà l'hypothèse d'hier est devenue aujourd'hui une théorie bien assise, un système de géologie tectonique complet qui ne peut plus être qualifié d'illusion ou de poésie scientifique.

Le jour viendra où nous pourrons terminer l'édifice, en y posant une toiture. Ce sera le cas, peut-être, lorsque sera achevé le travail important, dont m'a chargé la commission géologique suisse, consistant en une revision complète des Préalpes comprises entre le lac de Thoune et le Rhône. Cette région, levée géologiquement par cinq géologues (Gilliéron, Bachmann, Ischer, Renevier et E. Favre), offre des différences d'interprétation considérables. Sa revision conduira donc nécessairement à des conclusions importantes et révélera de nombreux faits nouveaux.

III. Comment je suis arrivé à la conception de l'hypothèse du charriage de la nappe des Préalpes et des Klippes.

Les pages précédentes font voir assez nettement comment les efforts pour arriver à une solution expliquant tous les problèmes et énigmes géologiques du versant N des Alpes suisses, ont fait surgir successivement des idées nouvelles, d'où est sortie, peu à peu, la théorie dont j'aurai à donner la démonstration et que je devrai ensuite défendre contre les objections qui lui ont été faites.

La nécessité de rester absolument impersonnel et objectif, en écrivant le résumé historique qui précède, ne m'a pas permis de traiter mes propres travaux autrement que ceux d'autres géologues ayant trait, d'une manière plus ou moins directe, au problème posé. Je me suis efforcé d'être absolument impartial, selon l'habitude que j'ai prise, en rédigeant, depuis plus de dix ans, tout ou partie de la « Revue géologique suisse ».

L'exposé que je vais donner a trait plus spécialement à mes propres études et recherches et montrera comment mes vues ont peu à peu pris une direction déterminée vers la solution qui m'a paru la plus vraisemblable. Ce sont des éclaircissements que je dois à tous ceux que le problème intéresse, surtout à ceux qui

m'ont précédé et accompagné dans la voie des recherches, et dont les travaux ont souvent contribué à fixer plus clairement la constitution de ma démonstration. C'est avec toute sincérité que je vais exposer les faits, sans chercher à agrandir mon propre mérite au delà de ce qui me revient. Même en défendant mon point de vue, je m'efforcerai d'être aussi impersonnel que possible.

Lorsque j'entrepris, au printemps 1880, mes études sur le Pays-d'Enhaut vaudois (n° 13), l'on ne possédait, à part les travaux de Studer, le mémoire de Gilliéron sur Monsalvens (N° 15), une notice de M. E. Favre, quelques opuscules de Fischer-Ooster, Ooster, Renevier, Sylvius Chavannes, etc., aucun travail géologique sur ladite région ou sur les Préalpes en général. J'étais réduit à examiner et à interpréter les observations de Studer; aussi, les vues de l'éminent maître devaient me guider avant tout. Habitué jusqu'alors à la géologie du Jura, dont je venais d'explorer les parties les plus intéressantes des territoires de Vaud, de Neuchâtel et du département de l'Ain, je n'avais nulle peine à reconnaître des dislocations analogues dans la chaîne du Vanil-Noir et de Corjon jusqu'aux Tours d'Aï. Je reconnus pour la première fois les chevauchements étranges du Bathonien et du Malm sur le Flysch dans la chaîne des Gastlose, entre le mont Laitmair-près Château-d'Œx et la Dent de Ruth, chevauchements atteie gnant un rejet d'au moins 2 kilomètres. Je fus moins heureux dans le groupe plus compliqué encore du Rubli et de la Gummfluh: Constatant le contact permanent du Flysch avec les cornieules et le gypse qui entourent ce groupe de montagnes, je fus conduit à considérer un grand nombre de ces gisements comme faisant partie du tertiaire ; ainsi que l'avait déjà fait Gilliéron pour certains gisements des environs de Montsalvens, dans la Gruyère. Cette interprétation me fit commettre l'erreur de considérer l'arête de la Gummfluh comme une voûte, puisque, formée de Malm, je la trouvais, de part et d'autre, flanquée de cornieule. Sur le versant N., cette cornieule est même nettement *superposée* au crétacique rouge et *supporte*, elle-même, la brèche de la Hornfluh, tandis que sur le versant opposé c'est le Flysch qui fait suite à la cornieule et au gypse.

Par une interprétation analogue, je fus conduit à ranger dans le jurassique les calcaires dolomitiques du Rocher du Midi, formant la continuation apparente du Rocher Plat (chaînon du Rubli) et du Mont d'Or. Cette dernière arête est, comme celle de la Gummfluh, bordée de gypse et de cornieule et entourée de

toutes parts de Flysch. Elle paraissait donc pouvoir s'expliquer comme une arête anticlinale de Malm perçant le Flysch et séparée de celui-ci par du gypse et de la cornieule. Il est vrai que je n'avais aucun fossile à l'appui de cette interprétation, tandis que l'arête de la Gummfluh offre sous le Malm (couvert de couches rouges crétaciques), les couches à *Mytilus* du bathonien, avec fossiles.

L'exploration de la région salifère et des mines de Bex, région que je puis qualifier, d'après nos connaissances actuelles, comme une des plus compliquées de nos Alpes, m'a conduit à des conclusions analogues. J'y constatai le contact du gypse avec le Toarcien fossilifère, entourant lui-même un noyau de Sinémurien, connu chez les mineurs sous le nom de « cylindre », alors que l'ordre inverse aurait dû avoir lieu. Reconnaissant dans une intercalation de grès et de schiste, partant de l'âge triasique du gypse, un synclinal de Flysch, je crus pouvoir affirmer, pour la région de Bex, la superposition suivante :

Flysch,
Dolomie et cornieule,
Gypse et anhydrite,
Toarcien à *Posidonomya Bronni* et *Harpoceras radians.*
Sinémurien.

De même, au col du Pillon, je reconnus le contact direct du Toarcien avec la cornieule et le gypse.

J'eus tort d'en déduire que le gypse et la dolomie fussent tertiaires et en tout cas pas plus anciens que le Toarcien, puisque j'ai pu m'assurer plus tard que, *sous le Sinémurien* de Bex, on retrouve du gypse et, sous celui-ci, du Flysch. J'eus tort encore de vouloir expliquer par de simples plissements ces contacts étonnants; il ne fallait pas moins de dix années d'études dans les Préalpes et les régions voisines; puis, des recherches spéciales, pendant plusieurs semaines, dans les souterrains des mines de Bex, pour arriver à supposer la réalité des phénomènes, dont ces contacts sont les résultats.

Bien que l'extension du champ d'étude pour la préparation du volume de texte (N° 16) pour la partie occidentale de la feuille XVII de la carte géologique suisse me permît d'envisager l'individualité des Préalpes, entre le col du Pillon et le Niremont, et de constater le contraste frappant entre cette région et celle des Hautes-Alpes (Diablerets), je ne me rendis pas un compte bien net des causes de ce contraste. J'avais cru, au premier abord,

devoir l'expliquer en considérant la ligne des cols, allant de Leissigen à Bex, comme ayant formé, dès le début de l'époque jurassique, une séparation entre le bassin sédimentaire des Préalpes et celui des Hautes Alpes.

Il me semblait que cette séparation devait avoir la forme d'un isthme large et peu élevé, couvert, jusqu'au début de l'ère tertiaire, de lagunes, dans lesquelles eut lieu la sédimentation de terrains halogènes (gypse, anhydrite, sel gemme, dolomies, etc.), considérés comme jurassiques et tertiaires.

Il se fallut de peu que je ne considérasse déjà alors cet isthme comme ayant fourni les roches détritiques du Flysch. Mais je pensais trop sérieusement à leur provenance lointaine et à leur apport par des glaciers.

Le mémoire de M. E. Favre et moi, paru en 1887 (n° 16), défend donc à peu près le même point de vue. Entre la publication de mes *Etudes géologiques sur le Pays-d'Enhaut vaudois* et l'achèvement de ce mémoire et de l'atlas qui l'accompagne, je n'ai guère fait de nouvelles études dans la région déjà parcourue; je devais me restreindre à des recherches complémentaires dans les régions des Alpes vaudoises que je n'avais pas visitées auparavant, puis dans le Chablais, ainsi que dans la région des Dents du Midi. Je terminai le chapitre du Flysch, en disant à propos des klippes, des blocs exotiques et des brèches du Flysch (1885) :

« Pour eux, la théorie de leur transport par des glaciers est la seule qui puisse être invoquée, *à moins qu'il y ait des forces ou des phénomènes, dont la portée nous est encore inconnue, comme l'était celle du phénomène glaciaire avant de Charpentier et Venetz!* » On a vu combien l'avenir a justifié ces paroles.

Des explorations entreprises les années suivantes dans les Préalpes, sur les deux rives du Rhône, et surtout dans la région des Dents du Midi, me permirent de constater les complications énormes qui marquent précisément la zone de contact entre les Hautes-Alpes et les Préalpes. Une étude détaillée des mines de Bex, pour le gouvernement vaudois, me révéla des complications presque indescriptibles. J'eus le sentiment que l'origine des brèches et roches exotiques du Flysch ne devait pas être étrangère à ces dislocations. Je reconnus que la plaque calcaire du Chamossaire, (Dogger, Toarcien et Trias) qui repose sur du Flysch et du gypse, n'était autre chose que la continuation d'une lame de jurassique, *intercalée dans le Flysch* de la chaîne du Chaussy

et que l'on suit dès les Ormonts-Dessus (Vers-l'Eglise) jusqu'au col des Mosses, sur près de six kilomètres de longueur. La plaque du Chamossaire en est séparée par la profonde vallée d'érosion de la Grande-Eau. La couverture de Flysch qui surmonte le dogger du côté de Chaussy a été enlevée au Chamossaire et n'existe plus que sous forme d'un pointement au Meilleret.

Je compris aussi que la faille qui borde le pied du Moléson et de la chaîne de Ganterist, entre le Trias de celle-ci et la zone de Flysch du Gurnigel, était quelque chose d'analogue au chevauchement de la chaîne des Gastlose, une superposition concordante, en apparence, mais anormale du Trias sur le Flysch éocène.

La mise au concours, pour le prix Schläfli, en 1889, par la Société helvétique des Sciences naturelles, d'une étude sur la provenance des blocs et brèches exotiques du Flysch avait vivement excité mon désir d'élucider cette question. Très enthousiasmé au début, je m'aperçus bientôt des grandes difficultés et ne songeais plus guère à achever ce travail, dont j'avais déjà commencé à préparer la première ébauche.

Je sentais que cette question ne pouvait pas être traitée isolément, qu'à côté des recherches stratigraphiques et tectoniques déjà très vastes, il faudrait des études pétrographiques, que je ne pouvais entreprendre alors. Le contraste des Préalpes avec les Hautes Alpes, la formation des failles de chevauchement entre la première zone du Flysch et les Préalpes, les klippes, si étranges, qui existent dans les Alpes de Schwytz et d'Unterwald, ainsi que dans les Alpes d'Annecy, tout cela ne me paraissait former, avec la formation des brèches et blocs exotiques du Flysch, qu'un seul et même problème, se rattachant intimement au développement tectonique du versant N. des Alpes.

En constatant alors l'identité du Néocomien à Céphalopodes qui existe dans la région de Bex, serré comme une lame entre le gypse et les cornieules des Préalpes d'une part et les plis des Hautes Alpes d'autre part, j'eus, *déjà alors* (en *1889*), *la notion très nette que peut-être ce lambeau de Néocomien n'était qu'une partie du Néocomien à Céphalopodes des Playaux-Niremont*, restée en arrière pendant le chevauchement des Préalpes. Le Flysch du Niesen et des Ormonts serait alors le même que celui du Gurnigel. Je n'osai pas formuler une conclusion dans ce sens, et refoulai ce premier soupçon.

L'étude de la note si complète et si détaillée de Stutz sur les

klippes des bords du lac des Quatre-Cantons (n° 21) m'ouvrit d'autres horizons; la définition des facies qu'il donne me fit comprendre encore mieux que ce que j'en savais déjà, qu'il ne pouvait s'agir là, en aucun cas, de sédiments surgis de la profondeur et appartenant au facies helvétique, *mais que ces klippes sont formées des terrains à facies des Préalpes, en tout point semblables à ceux du Stockhorn*. Les zones de schistes calcaires rouges que Kaufmann appelle *Leimernschichten* (Flysch) me parurent identiques aux couches rouges crétaciques des Préalpes et devaient rentrer dans la même catégorie de phénomènes que les lambeaux décrits par Stutz et avant lui par Kaufmann et autres[1]. Il devint clair, pour moi, d'après les descriptions et les profils de Kaufmann et Stutz, que ces paquets jurassiques étaient bien des klippes, mais des klippes sans racines (Schollen) reposant directement sur le Flysch, sans aucune relation avec les terrains profonds.

La fréquence des blocs exotiques dans cette même zone, où existent les klippes, l'identité de ces blocs, tant cristallins que sédimentaires, avec ceux des brèches du Flysch du Niesen et du Gurnigel, me fit comprendre que la solution ne pouvait pas tarder à se montrer, mais qu'il fallait, avant tout, éclaircir le contraste stratigraphique et tectonique existant entre les Préalpes et les Hautes Alpes. Je le fis par une analyse de la situation géologique le long des trois coupures transversales de l'Aar, du Rhône et de l'Arve-Giffre, dont la première et la dernière délimitent la région naturelle des Préalpes.

Le chevauchement nettement visible de la zone du Stockhorn sur le Flysch, du Gurnigel au bord du lac de Thoune, et qui est identique à la superposition du Môle sur le tertiaire du bord de la vallée de l'Arve, me paraissait devoir s'interpréter comme résultant d'un mouvement tectonique pouvant avoir caché une falaise de terrains anciens. Après avoir nourri la sédimentation de la zone de Flysch du Gurnigel; la falaise, recouverte déjà en partie par ses propres débris, fut masquée entièrement par le glissement des terrains sédimentaires sur le socle cristallin.

Comme du côté opposé du lac de Thoune existent des chaînes toutes différentes, qui offrent une amorce de chevauchement très net au pied N. du Ralligstöcke, je crus pouvoir admettre l'in-

[1] J'avais constaté, déjà en 1882, par l'analyse microscopique, l'identité du calcaire rouge des Mythen avec les couches rouges des Préalpes.

terversion du mouvement horizontal, en ce sens qu'un enfoncement plus profond, au N E du lac de Thoune, aurait permis aux sédiments du facies helvétique de venir se déverser *sur* la zone des Préalpes qui existeraient en partie encore au-dessous. Les klippes seraient des paquets de ces terrains venus à la surface comme des mottes de terre viennent se superposer à la neige d'une avalanche. J'attribuai au gypse et aux cornieules (dolomies triturées) une forte influence dans l'accomplissement de ces dislocations, en facilitant le mouvement horizontal des nappes sédimentaires charriées, et en poussant, pour ainsi dire, par leur accumulation, les klippes vers la surface.

Cette explication de la situation au N E du lac de Thoune ne me paraissait toutefois pas suffisante, d'autant moins que je ne pus expliquer l'origine de la zone interne de Flysch bréchiforme, celle du Niesen, que par une même hypothèse, en admettant, là encore, une falaise, aujourd'hui recouverte par les plis renversés et charriés du facies helvétique. Dans mon idée d'alors, le massif de l'Aar formait jadis, avec celui du Mont-Blanc, la charpente de l'isthme qui avait séparé les deux régions (Préalpes et Hautes Alpes). C'est de ces massifs que proviendraient les roches cristallines de la zone interne du Flysch. Je basai cette hypothèse encore sur l'analogie du Granite de Gasteren avec l'une des variétés du Granite de la brèche des Ormonts et l'identité de la protogine des lambeaux et klippes du plateau des Gets, en Savoie, avec celle du Massif du Mont-Blanc. Après la formation de la sédimentation du Flysch, les sédiments à facies helvétique couvrant le massif cristallin auraient glissé sur celui-ci, en s'entassant devant la falaise et sur le Flysch, puisque c'est bien à une peau glissée que ressemblent les plis de la paroi de l'Oldenhorn et des Dents du Midi ; des affaissements auraient fait le reste.

J'ai longuement discuté ces points de vue avec mon regretté ami Gustave Maillard, alors conservateur du Musée d'Annecy et collaborateur de la carte géologique de la France. C'est à lui que je le dois d'avoir eu les premiers doutes au sujet de cette explication, qui n'était, en somme, qu'une précision et un développement de l'hypothèse de Studer. Il me démontra en effet que sur le bord extérieur des Alpes à facies helvétique, entre La Roche et Annecy, le contact anormal par chevauchement, que nécessiterait l'explication donnée par moi, n'existe pas et que le bord est ici *absolument normal ;* les couches sont à peine renversées, formées d'Urgonien, de Nummulitique, de Flysch suivi de Miocène.

Bien conscient des difficultés qui s'opposaient de ce côté à l'application de cette hypothèse, je ne considérai donc ladite explication que comme un acheminement vers le but proposé et non comme une explication définitive du problème posé.

Je n'avais pas touché dans ce travail la question de l'âge réel des gypses et des roches dolomitiques, considérées par moi auparavant comme éocènes; mais je puis déclarer ici que déjà alors *j'étais intimement convaincu de leur âge triasique*, en expliquant par des chevauchements leur contact avec le Flysch. J'en parlai dans ce sens la même année, lors de l'excursion de la Société géologique suisse dans les Alpes de la Gruyère et du Pays-d'Enhaut.

En attendant d'entreprendre des recherches plus étendues pour bien établir ce point de vue nouveau, je me contentai de le faire connaître dans le compte rendu de l'excursion géologique. Le profil à petite échelle, allant par le Moléson jusqu'au pied des Hautes Alpes (Oldenhorn), en rend nettement compte (N° 24, pl. V). Les gypses et roches dolomitiques du groupe de la Gummfluh et du Rubli y figurent bien comme Trias et la brèche de la Hornfluh comme jurassique. A la Gummfluh, ce que j'avais pris pour le flanc renversé de l'anticlinal de Malm, n'est autre chos que le calcaire triasique gris-clair ou jaunâtre, reposant, avec sa base de Gypse, par chevauchement sur du Flysch. De même au Rubli, au Rocher-Plat et au Rocher du Midi

Malgré la possibilité d'expliquer ainsi la formation du Flysch et des brèches dans la région des Préalpes elles-mêmes, je ne cessai de me heurter à des difficultés insurmontables, en voulant appliquer cette explication à la région au N E du lac de Thoune et au S W de l'Arve. Je visitai en 1892 cette région dans ce but, je parcourus la vallée de Habkern et les abords du Giswylerstock, où je constatai le facies du Stockhorn de la manière la plus tranchée. A Gumenalp, au S E du Rothhorn de Brienz et près de Arvigrat, vis-à-vis du Giswylerstock, j'ai vu une longue zone de « couches rouges » que la carte indique sous le nom de « Wangschichten ». Sur le passage du Marienthal à Habkeren, j'ai vu plusieurs intercalations de « couches rouges » dans le Flysch; elles sont notées comme « Leimernschichten ». Enfin, d'après ce que j'ai pu constater sur le versant N de la chaîne du Pilate, j'ai reconnu que là, pas plus que du côté des Alpes d'Annecy, le recouvrement supposé du facies helvétique ne pouvait être démontré; le chevauchement existant bien réellement au pied du Sigriswylergrat (Ral-

ligstöcke), n'est qu'un *phénomène local* qui s'éteint à quelques kilomètres plus à l'Est. Il a néanmoins sa signification et son importance, en ce sens que les lambeaux à facies préalpin conservés dans ce pli étranglé, sont un précieux point d'attache pour affirmer la continuation, au N E du lac de Thoune, de la zone du Stockhorn; seulement ces lambeaux sont pincés dans le tertiaire et paraissent sans continuité en profondeur. J'étais donc absolument convaincu de la difficulté qui s'oppose à ma première explication, lorsque a paru, l'année suivante, le mémoire de M. Burkhardt (n° 39).

Cependant, la structure des Préalpes, comme nappe de chevauchement, détachée d'un Horst cristallin, me paraissait si lucide que je crus pouvoir la représenter au moyen de trois profils parallèles à la vallée du Rhône entre Vevey et Aigle (n° 32). Au printemps 1893 j'eus plusieurs longs entretiens avec M. le professeur Steimann et avec son élève, M. Quereau, qui était occupé en ce moment à conclure ses études sur les klippes d'Iberg. J'ai trouvé absolument insoutenable l'idée de ces savants attribuant les klippes d'Iberg, ainsi que les Mythen à un chevauchement *venu du Nord.* Le point de départ de ces klippes devait exister, selon eux, sous les sédiments miocènes du plateau suisse. Lors d'une excursion aux Ormonts avec M. Steimann, en mars 1893, à laquelle prit part M. Lugeon, la conversation roula sur le même sujet et nous restâmes en complète opposition. D'accord sur la réalité du chevauchement des Préalpes, attesté par la superposition du Trias sur le Flysch et la situation des klippes, comme îlots flottants sur le Flysch, MM. Steimann et Quereau admettaient un mouvement ayant joué du N vers le S, alors que je constatais que ce mouvement devait avoir été dirigé du S vers le N!

En effet, si l'on vient du Nord, on trouve le bord des Préalpes chevauché, comme par un mouvement S – N, tandis que si l'on aborde cette région du S. on trouve le bord interne chevauché, comme par un mouvement N—S. J'avais pensé un moment que cela pouvait s'expliquer par un écrasement bilatéral du Horst ayant supporté la nappe sédimentaire chevauchée.

La session de la Société helvétique des sciences naturelles à Lausanne devait apporter du nouveau. MM. Renevier et Lugeon avaient déjà fait connaître leurs premières conclusions (n° 32) et allaient organiser une grande excursion de cinq jours dans le Chablais. J'avais de mon côté exploré pendant l'automne 1892 le

massif de Treveneusaz et le bord de la Brèche du Chablais, entre Conche et le Val d'Illiez et j'étais arrivé à la certitude que cette dernière formation repose ici *en concordance sur le Flysch et le crétacique rouge;* d'où la conclusion qu'elle est, ou bien tertiaire et équivalente au Flysch, ainsi que je l'avais admis avec Gilliéron, ou bien elle est jurassique et dans ce cas c'est une *nappe de chevauchement.*

Dans la correspondance que j'eus avec M. Lugeon en juin 1893, j'écrivis en substance ceci: « Si la brèche est jurassique, il doit y avoir entre le col de la Croix et le Val d'Illiez trois écailles superposées. » Je pensais à la série des terrains formant le rocher de Conches, sur laquelle vient chevaucher le bord N. du massif de Treveneusaz, qui chevauche lui-même sur la mollasse rouge et le Flysch du Val d'Illiez. A cheval sur cette double série déjà chevauchée vient se placer, sans attache en profondeur, la brèche du Chablais! J'écrivis à cette même occasion à M. Lugeon que le lambeau de gypse, reposant sur le Malm du flanc S. du Mont-Chauffé, devait être un lambeau de recouvrement, *attestant l'ancienne extension de la nappe de la Brèche de la montagne de Grange, par-dessus la vallée d'Abondance, jusque sur le flanc du Mont-Chauffé!*

Après que M. Lugeon m'eût affirmé avoir trouvé des *fossiles jurassiques* sinon authentiques, au moins suffisamment caractéristiques pour exclure l'âge éocène de la Brèche, je me suis franchement rangé à l'idée de voir dans cette formation un facies particulier du jurassique. Cette réalité était confirmée pour moi par l'observation que j'avais faite, une année auparavant, au passage de la Porte du Soleil, sur Morgins, de la superposition de la Brèche à une assise schisteuse, ayant l'aspect du Lias supérieur, reposant elle-même sur un banc de calcaire spathique (échinodermique) qui m'avait fourni une *Belemnite.* Mais il était certain pour moi que la Brèche de l'arête entre le Signal de la Croix et la Traversaz formait une nappe de recouvrement sans racine et qu'en conséquence, la *masse entière de la Brèche devait reposer sur le Flysch.*

Quel ne fut donc pas mon étonnement de voir surgir à la session de la Société helvétique des sciences naturelles à Lausanne (1893) une toute nouvelle théorie, celle des *plis en champignon,* dont la paternité, pour ce qui concerne ceux du Chablais, revient à M. Lugeon.

Quant à moi, je n'ai pas cru un seul instant à la possibilité

des plis en champignon, malgré l'exposé si convainquant de M. Lugeon.

Dès que je fus bien sûr de l'âge jurassique de la brèche calcaire du Chablais, je compris instantanément que les lambeaux de brèche de la Hornfluh que j'avais, avec la même certitude, toujours vus superposés au Flysch ou au Crétacique rouge, n'étaient autre chose que des lambeaux de recouvrement, également d'âge jurassique, souvent *resserrés dans des synclinaux*, comme à Cananéen sur Gérignoz, à la côte aux Rayes près Rougemont, et entre la Gummfluh et le Rubli. Tandis qu'en Chablais la nappe de recouvrement de la Brèche est restée entière, elle a été morcelée dans la région du Stockhorn et les lambeaux isolés ont été *plissés pendant et subséquemment* à leur morcellement. Ce que les lambeaux de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh représentent en petit, la région tout entière des Préalpes, depuis l'Arve au lac de Thoune, le répète en grand, donc *la même solution devait s'imposer aussi là* ! Et je me rappelais de ma réflexion qui m'est apparue comme une vision, quatre années auparavant, où je croyais voir dans le Néocomien à céphalopodes de la vallée de l'Avançon, un lambeau arraché et *resté en arrière* de la bande de Néocomien et de Jurassique enveloppée dans le Flysch de la zone des Playaux-Niremont. Je compris qu'à moins de considérer la région des Préalpes comme un grand pli en champignon, au centre duquel surgirait le pli en champignon de la Brèche, *toute l'étendue des Préalpes ne devait être qu'une nappe sans racines*, sans attache normale en profondeur, venue, comme les lambeaux de Brèche jurassique, d'une région peut-être assez lointaine. Impossible de songer au N. comme le faisait Quereau; alors il ne restait que le Sud ! *C'est des Alpes centrales et méridionales que cette couverture sédimentaire doit provenir.* Elle s'est détachée là, en glissant sur le gypse triasique et les détritus dolomitiques, devenus ensuite les cornieules, si répandues dans toutes les Préalpes et autour des Klippes. Pendant son mouvement, elle nourrissait de ses débris la sédimentation du Flysch, allant du Rhin jusqu'au delà du lac d'Annecy; elle a disparu au S W de l'Arve et au N E du lac de Thoune dès l'époque miocène, en ne laissant subsister là que les klippes. *Tout cela n'a été pour moi qu'un seul jet d'idées*, d'autant plus claires et nettes que *l'enchaînement des phénomènes qu'il faut supposer est d'une simplicité surprenante.* On comprend facilement que ce revirement n'a rien d'artificiel, qu'il n'a eu rien de forcé, puis-

que je possédais dans mon esprit, alors comme aujourd'hui, *tous les détails de la géologie de la région en question*, particulièrement des Préalpes comprises entre le Rhône et l'Aar et de la zone limitrophe du Chablais, fruit de 14 années de recherches. En Chablais, la situation est, dans l'ensemble comme dans les détails, absolument la même, ce qui a été confirmé par les observations de MM. Renevier et Lugeon. Cela étant, je pouvais juger sans nouvelles recherches, car mes observations subsistent dans toute leur intégrité ; j'avais partout bien observé, mais c'est l'interprétation qui était fausse en ce qui concerne l'*âge* de la brèche de la Hornfluh-Chablais et de certains gisements de Gypses et de cornieules. Il en résulte que mes profils peuvent facilement être corrigés dans les régions où des changements sont nécessaires.

J'ai fait part de cette nouvelle conception à la Société vaudoise des sciences naturelles, dans la séance du 2 novembre 1893 ; elle fut présentée à l'Académie des sciences de Paris, par M. Daubrée, dans sa séance du 20 novembre. M. Marcel Bertrand a eu l'obligeance de condenser lui-même le manuscrit de cette note.

En présentant ce nouveau point de vue, j'ai fait d'emblée le procès des plis en champignon qui n'ont absolument pas d'application dans le cas dont il s'agit, vu l'impossibilité mécanique de leur évolution. S'il en était ainsi, il faudrait d'ailleurs que chaque lambeau de Brèche de la Hornfluh (j'en connais bon nombre dont quelques-uns fort petits), ainsi que chaque klippe, fussent des petits plis en champignon, perçant leur substratum. Cela ne se peut pas ! Toutefois, M. Haug a absolument tenu à cette explication pour la klippe du Mont de Sullens.

Depuis lors, aucune objection infirmant sérieusement ma nouvelle conception ne s'est fait jour ; la *Loi des Préalpes*, formulée nettement en 1895, *est restée sans exception*.

S'il m'a été pénible d'abandonner mes premières conclusions sur l'âge de certains gisements de gypse et de cornieule, sur l'âge éocène de la Brèche de la Hornfluh et du Chablais et de renoncer à l'application de l'hypothèse si ingénieuse de Studer, il m'a été particulièrement doux de voir se vérifier, point par point, mes prévisions nouvelles. Des adversaires mêmes n'ont fait qu'apporter de nouvelles preuves, ou se sont, comme M. Lugeon, rendus à mes arguments. La conversion de ce dernier a eu lieu surtout ensuite de la réplique absolument convaincante

que j'ai opposée à son attaque (n° 51) et à la suite de documents inédits que je lui ai communiqués et que j'ai discutés avec lui, ors d'une séance chez moi [1].

Je dois relever ici encore un point qui a une certaine importance dans le débat, c'est l'interprétation qui a été faite par M. Lugeon de l'idée émise en 1884, par M. MARCEL BERTRAND, relativement à un prolongement vers l'Ouest du grand pli glaronnais. Dans ma notice de 1893 (n° 38), parlant de la situation tectonique des Préalpes, pour arriver, seulement après, à parler de l'*origine* de cette nappe sans racine, origine que je *plaçai d'emblée au S. de la zone des massifs de l'Aar et du Mont-Blanc*, j'ai cru devoir citer la supposition du maître français, puisque selon cette supposition, la région des Préalpes aurait fait partie de ce pli couché des Alpes glaronnaises. Je renvoie à ce que j'ai dit à ce sujet, p. 124 de la présente note. J'ai rendu d'ailleurs justice entière au grand mérite que s'est acquis M. Bertrand en démontrant l'existence dans la France méridionale de plis couchés développés horizontalement sous forme de vastes nappes. En lisant le chapitre précédent, où je n'ai énuméré avec la plus grande sincérité que des faits reconnus, on verra facilement que ma conception est *absolument différente* de la supposition exprimée par M. Bertrand [2].

M. Bertrand voyait la possibilité d'admettre entre la Reuss et Annecy un pli couché superposé aux Flysch formant le bord des Alpes comme le pli de Glaris supposé unique et continu est superposé au Flysch de la zone de Glaris. Ce pli devait être du même facies que le pli de Glaris, soit de facies helvétique. Or, cela n'est pas le cas. Les klippes (lambeaux de recouvrement), dont il devait expliquer l'existence dans la région du Stockhorn et dans les Alpes d'Annecy, n'y existent pas dans la forme supposée par M. Bertrand. De plus, les terrains de cette région appartiennent, sans exception, au facies austroalpin. Après avoir exploré entre 1890 et 1893 plusieurs parties du Chablais et en

[1] Il est donc assez étrange que M. HAUG, dans son récent mémoire (n° 56) parle de l'hypothèse de MM. Schardt et Lugeon. M. Lugeon a été, au contraire, adversaire de ma manière de voir ; il en est devenu ensuite partisan, ce dont je suis d'ailleurs très heureux.

[2] En citant la supposition de M. Bertrand dans ma notice de 1893 (n° 38), j'ai commis une erreur en disant que le pli couché de M. Bertrand serait venu du Nord, c'est bien *au Sud* que M. Bertrand supposait la racine du pli couché.

discutant en 1892 les conclusions de son étude sur le Môle, M. Bertrand se déclare convaincu au contraire, que cette région n'offre pas l'ombre de la relation supposée avec le double pli glaronnais et qu'il n'y a pas trace de pli charrié.

Mon interprétation ne s'applique pas d'ailleurs aux *Préalpes seules;* elle s'applique *à tout le versant N. des Alpes* et probablement aussi *au versant N. des Karpathes* et à bien d'autres régions encore, où existe le phénomène des *klippes* et des *brèches du Flysch à blocs exotiques.*

Elle se base sur le postulat suivant qui découle *de la Loi des Préalpes :*

1. **Toute la région des Préalpes romandes (Stockhorn et Chablais) repose, par son terrain le plus ancien, partout sur le tertiaire.**

Deux autres postulats se greffent sur celui-ci :

2. **La Brèche du Chablais et les lambeaux de brèche de la Hornfluh reposent également par leur assise la plus ancienne sur le Flysch ou le Crétacique des Préalpes.**

3. **Les Klippes jurassiques et triasiques des Alpes d'Unterwald, de Schwytz et des Alpes d'Annecy reposent également partout sur le Flysch par leur sédiment le plus ancien.**

Ces **faits** me paraissent incontestables. On a vu plus haut quelle est l'**hypothèse** que j'en ai déduite, et qui explique non seulement la **provenance des Préalpes**, mais aussi l'**origine des klippes** et surtout celle des **brèches** et **blocs exotiques du Flysch**.

Il est donc facile de voir combien cette explication diffère dans sa conclusion la plus essentielle — charriage d'une nappe sédimentaire d'une région centrale des Alpes, sans préexistence d'un pli couché, et sa relation avec la formation du Flysch — de la supposition de M. Bertrand. Le pli couché de M. Bertrand devait avoir son amorce ou racine nécessairement dans la zone du Wildstrubel — Dent du Midi. Son déplacement vers le Nord suppose un mécanisme sensiblement différent de celui que j'ai admis.

J'ai donc été fort surpris de lire à plusieurs reprises, dans l'ouvrage de M. Lugeon, qu'en émettant ma nouvelle théorie, je n'avais fait *que reprendre l'idée émise déjà en 1884 par M.*

Bertrand. Cela est une grave erreur! (nº 53, p. 23, 252, 253, 290, 302).

M. Lugeon se trompe surtout en identifiant deux choses absolument différentes, qu'il aurait pourtant pu séparer nettement, connaissant, ou devant connaître les choses et les travaux servant de base aux vues exprimées par M. Bertrand, d'une part, et par moi, d'autre part. En effet, M. Bertrand a exprimé une pure supposition, tirée de l'examen des cartes géologiques de la Suisse et point une hypothèse argumentée au point de vue scientifique du mot, n'ayant pas alors à l'appui de sa supposition des faits constatés par lui, de visu, dans la région des Préalpes.

J'ai de mon côté exprimé une *probabilité*, dans mon for intérieur même une *certitude*, basée sur près de 14 années de recherches, circonstance qui n'était nullement inconnue à M. Lugeon. Ce qui est hypothèse chez moi, c'est le voyage, le charriage de cette nappe exotique et la situation de son lieu d'origine, sa relation avec les klippes et avec la formation des brèches à matériaux exotiques du Flysch. Je ne parle pas de pli couché, mais d'une nappe glissée. *En un mot, la supposition de M. Bertrand diffère de ma conception autant par le fond que par la portée et par ses arguments!*

Mon intention, en exposant, en 1893, les raisons qui me firent considérer la région entière des Préalpes comme une nappe de charriage, en situation anormale, a été de faire connaître cette nouvelle voie. *J'étais d'ailleurs seul en état de pouvoir l'entrevoir nettement en ce moment*, puisque MM. Lugeon et Renevier caressaient alors les plis en champignon, MM. Steimann et Quereau la chaîne vindélicienne, avec chevauchement vers le Sud. Je n'avais pas à produire une argumentation détaillée, puisque mes études de détail sur la région étaient suffisamment connues. J'ai pleinement atteint mon but; car la voie ouverte par moi me paraît être la vraie et cela me donne pleine satisfaction.

L'opinion de M. Bertrand est d'ailleurs absolument conforme à ce que je viens d'affirmer. En me parlant, dans une lettre datée du 7 juin 1897, de sa notice de 1884, M. Bertrand me dit ceci :

« La vérité est bien simple et bien limpide; j'ai eu l'idée d'une » première nappe de recouvrement, comprenant le pli Nord de » Glaris, une partie de l'Oberland bernois et du Wildstrubel; » cette idée, en faveur de laquelle je n'ai donné et ne pouvait » donner que des arguments d'ordre général, était une « wor- » king hypothesis », qui n'enlèvera rien au mérite de celui, s'il

» doit venir, qui en démontrera la réalité. J'ai eu aussi, sans la
» développer, l'idée bien naturelle qu'une partie au moins des
» klippes, que les massifs des Annes et de Sullens, devaient
» avoir une origine exotique, mais je n'ai pas eu à ce moment
» la notion que ces massifs devaient provenir d'une autre nappe
» de recouvrement supérieure et d'origine plus lointaine. Quant
» aux Préalpes, je n'avais jamais songé à y voir le produit d'un
» charriage et je crois même devoir ajouter qu'avant vos der-
» niers travaux et ceux de Lugeon une pareille idée aurait été
» une véritable folie.

» Quand j'ai reparlé, très incidemment, de ces questions à
» propos du Môle, j'ai dit, sans prétendre résoudre un problème
» de cet ordre par l'étude d'une région isolée, que mon impres-
» sion était toute favorable à l'idée que les Préalpes sont en
» place. Je m'étais mal expliqué auparavant, si on a pu consi-
» dérer cette manière de voir comme un changement d'opinion
» (qui serait d'ailleurs bien permis en pareille matière). »

IV. Démonstration et réplique aux objections.

D'après les publications parues depuis 1890, il n'est presque plus besoin de démontrer la nécessité de considérer la région entière des Préalpes comme une nappe charriée, reposant partout sur le tertiaire; ce serait refaire la démonstration de la Loi des Préalpes et des postulats qui en découlent (voir page 159 et Chap. I). Les profils et la petite carte joints à ce mémoire en disent plus long que des pages d'explications.

Nous aurons toutefois à examiner successivement les divers arguments qui appuient la solution proposée par moi, du problème jadis si énigmatique, et, en le faisant, je répondrai aux objections qui m'ont été faites et auxquelles je n'ai guère répliqué jusqu'ici.

Cette démonstration, aussi claire qu'elle soit, ne dispose pour le moment évidemment que d'une faible partie des preuves qui pourraient être réunies. Il est réservé aux recherches futures d'en découvrir encore un grand nombre. Depuis plus de quatre ans que j'ai conçu la solution proposée, je n'ai ressenti aucun doute; bien au contraire, les recherches poursuivies depuis lors n'ont fait qu'affermir sur tous les points ma manière de voir, tandis que je n'ai pas pu en dire autant de ma précédente interprétation (1891) basée sur l'hypothèse de Studer.

L'énoncé des arguments que je vais avancer, représente *l'état actuel de nos connaissances* sur le problème et sa solution. Je me réserve de constituer, au cours de mes recherches ultérieures, embrassant la région entière des Préalpes du Stockhorn jusqu'au lac Léman, une démonstration plus complète et plus détaillée. C'est ce travail que je vais entreprendre ensuite de la mission que m'a confiée la commission géologique suisse. En attendant l'achèvement de ce grand travail qui est presque une tâche vitale, le présent résumé sera certainement le bienvenu et aura ainsi sa bonne raison d'être.

Les arguments que j'aurai à constituer et les objections que j'aurai à combattre portent sur les diverses faces de problème : La stratigraphie des Préalpes, leur tectonique, le mécanisme du charriage, le lieu d'origine, la nature et l'origine des brèches du Flysch, etc. Nous aurons donc à constituer autant de chapitres.

A un point de vue général, on peut distinguer dans les Préalpes, d'après leur succession horizontale actuelle, les régions ou zones suivantes :

1. *Zone extérieure de Flysch*, avec lambeaux et lames de terrains secondaires : Zone des Voirons-Niremont-Gurnigel.
2. *Zone des Chaînes calcaires* des Préalpes.
   a) Zone Nord, avec Dogger à *Zoophycos*.
   b) Zone Sud, avec Dogger à *Mytilus*, bordant de part et d'autre la zone suivante.
3. *Zone centrale de Flysch* (Biot-Hundscriëck).
4. Région superposée de la *Brèche du Chablais* et de la Hornfluh avec klippes de cette roche.
5. *Zone interne de Flysch* et *Zone des cols*, avec lambeaux et lames de terrains secondaires d'un facies analogue à ceux qui accompagnent la zone extérieure [1].

Ces cinq régions ont ceci de particulier, que, dans leur exten-

[1] M. Lugeon distingue :
1. Zone bordière ou Zone du Flysch.
2. Préalpes médianes.
   a) Zone extérieure avec Dogger à *Zoophycos*.
   b) Zone axiale avec Dogger à *Mytilus*.
3. Zone du Flysch du Niesen.
4. Zone interne ou Zone triasico-jurassique de contact.
5. Région des Brèches du Chablais et de la Hornfluh.

Cette subdivision fait abstraction de la zone centrale du Flysch, qui a cependant une assez grande importance.

sion horizontale, la zone extérieure du Flysch décrit un arc de cercle dont les deux extrémités tendent à rejoindre la zone interne qui a un alignement sensiblement rectiligne. Ces deux zones du Flysch sont disposées de part et d'autre du Rhône, comme les paupières de deux orbites dont l'ouverture serait occupée par les chaînes calcaires. La zone centrale de Flysch, localement très réduite ou disloquée, joue un rôle analogue par rapport aux masses superposées de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh et des klippes qui en dépendent.

En réalité, la comparaison avec un orbite n'est pas absolument exacte en ce sens que le Flysch ne recouvre pas les terrains calcaires qui apparaissent dans son milieu, mais il s'introduit *au-dessous* de ceux-ci, dont il paraît former l'assiette. Le Flysch de la zone centrale fait de même vis-à-vis de la formation de la Brèche jurassique. Il est évident, dès lors, que la division des Préalpes en deux régions ayant l'apparence d'orbites, n'est que le résultat de l'érosion de la vallée du Rhône et du Haut Léman, qui a également séparé en deux la nappe superposée de la Brèche jurassique; ces points tectoniques seront examinés plus loin.

A. Arguments stratigraphiques.

Studer a été le premier à reconnaître la divergence entre les sédiments constituant les montagnes sur les deux rives du lac de Thoune. A part les quelques lambeaux au pied N. des Ralligstöcke, le « Stockhornkalk » manque absolument au N. E. du lac de Thoune. Ce sont des montagnes constituées par des assises appartenant au Néocomien à facies helvétique qui se placent sur le prolongement des Alpes du Stockhorn et du Simmenthal. Cette constatation, faite il y a plus de 60 ans, montre bien la clairvoyance de Studer.

La comparaison des séries stratigraphiques de part et d'autre du lac de Thoune et de la vallée de l'Arve et du Giffre, entre Bonneville et Samoens, montre clairement qu'un changement brusque et inattendu se manifeste dans la série sédimentaire sur le parcours de ces deux vallées transversales. Le même phénomène s'observe aussi le long du contact entre les Préalpes romandes et les hautes chaînes calcaires entre le Wildstrubel et les Dents Blanches. *A l'O., au S. et à l'E., les Préalpes romandes sont encadrées de chaînes appartenant à un facies tout à fait différent;* cela ressort sans conteste du tableau suivant pour le Tertiaire et le Crétacique.

	Alpes d'Unterwald, Alpes d'Annecy et Chaînes du Wiedstrubel-Dents-Blanches. (facies helvétique ou jurassien.) (facies normal du versant N. des Alpes.	**Préalpes du Stockhorn et du Chablais, Klippes d'Unterwalden et d'Annecy.** (facies austro-alpin, passant au facies méditerranéen-provençal.)
OLIGOCÈNE.	*Flysch* essentiellement schisteux et arénacé bréchiforme autour des klippes (blocs exotiques). Intercalations de couches à *Nummulites.*	*Flysch* arenacé, schisteux et bréchiforme polygénique. Contient des Fucoïdes, des Helminthoïdes et très rarement des Nummulites (dans les grès).
EOCÈNE.	Calcaires et marnes nummulitiques (Parisien et Bartonien).	Manque.
CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR.	*Sénonien* et *Turonien.* Marnes de Wang et de Seewen avec *Ananchytes ovata.* *Cénomanien.* Calcaires de Seewen et *Vraconnien,* riches en fossiles. *Albien* (Gault inf.), riche en fossiles (grès vert). *Aptien* (grès vert et schistes).	Représenté par les calcaires et marno-calcaires rouges et verts dits « Couches rouges » avec *Foraminifères.* Fossiles macroscopiques extrêmement rares. (*Inoceramus, Micraster.*)
CRÉTACIQUE INFÉRIEUR.	*Rhodanien* et *Urgonien* à *Requienia Ammonia.* *Hauterivien.* Calcaires et marno-calc. à *Toxaster.* *Valangien.* Marnes et calcaires passant aux *Couches de Berrias.*	*Néocomien* calcaire et marno-calcaire, schisteux et plaqueté avec céphalopodes, se confondant au S E avec le facies des couches rouges.

L'on voit sans difficulté et sans qu'on passe en revue détaillée les divers étages de ces deux régions, combien est différente la succession des assises de même âge. Que l'on franchisse la vallée du lac de Thoune, celle de l'Arve-Giffre ou la zone des cols entre la Lenk et Samoëns et l'on se trouve transporté comme par enchantement dans un pays nouveau au point de vue géologique.

Ce qui frappe le plus, c'est la présence, dans les régions à facies helvétique, du Crétacique supérieur, due à une transgression qui a commencé à se manifester dès l'époque aptienne et s'est accentuée de plus en plus jusqu'à l'époque sénonienne, en conduisant à une succession d'assises extrêmement variées, autant par leur facies que par leur faune. Rien de tout cela dans les Préalpes, où un seul terrain, englobant même au S. E. aussi le Crétacique inférieur, représente cette nombreuse série d'étages.

Rappelons encore l'absence totale, dans les Préalpes, de la formation numulitique (Parisien et Bartonien) et la grande rareté des Numulites dans le Flysch de cette région, et le contraste sera complet.

La série jurassique offre aussi un contraste non moins frappant, comme le montre le tableau suivant (page 166):

Dans toute la région à facies helvétique, il y a une série très uniforme d'étages, comparables à ceux du Jura, manquant toutefois du facies coralligène si fréquent dans cette chaîne. Dans les Préalpes, il faut distinguer trois zones sédimentaires, dont la différence se manifeste déjà à l'époque crétacique. Une zone nord où existe le Néocomien supportant les couches rouges (Crétac. sup.), une zone moyenne où le facies des couches rouges repose directement sur le Jurassique et une zone sud, actuellement superposée à la précédente (zone de la brèche jurassique), où le Crétacique manque entièrement.

Ces trois zones sont infiniment plus tranchées dans la série jurassique, en particulier entre le Dogger et le Lias, et *aucune* d'elle n'a quelque ressemblance quant aux terrains qui la composent avec ceux de même âge des Hautes Alpes à facies helvétique. Le contraste va même croissant, lorsqu'on suit du N. vers le S., dans le niveau du Dogger ou du Malm, par exemple. Arrivé au point de contact des Hautes Alpes, le contraste est on ne peut plus frappant. D'une part, le facies du Jurassique bréchiforme, de l'autre, le calcaire compact du Malm reposant sur un Dogger schisteux. Le Crétacique manque sur la brèche jurassique, alors que dans les Hautes Alpes il constitue la série si hétérogène que nous connaissons. C'est donc sur la ligne de contact que se trouve le plus grand contraste. Le contact entre les terrains mésozoiques des deux régions n'est d'ailleurs jamais direct, une zone de Flysch s'introduit invariablement entre deux. De plus, la troisième zone calcaire, celle de la

	Alpes d'Unterwald et Alpes d'Annecy.	Préalpes (et Klippes). Zone Nord.	Préalpes (et Klippes). Zone Sud.	Régions de la Brèche du Chablais et de la Hornfluh.
Jurassique supérieur. (Malm.)	Calcaire compact massif. (Hochgebirgskalk.) Schiste oxfordien à *Cardioceras cordatum.*	Calcaire massif. Niveaux ammonitifères. Calc. noduleux.	Peu de fossiles, localement facies coralligène.	Facies bréchiforme à matériaux triasiques.
Jurassique moyen. (Dogger.)	Calcaires et schistes foncés fossiles rares.	Calcaires et marnes à *Zoophycos scoparius.* *Am. Parkinsoni.* » *Humphriesi.* » *Murchinose.*	Couches à Mytilus, facies terrestre et littoral ; à la base brèche à matériaux triasiques.	
Jurassique inférieur. (Lias.)	Schistes toarciens à *Harpoceras.* Calcaire compact.	Schistes à Posidonomyes. Calcaire siliceux et echinodermique.	Manque localement. Manque localement.	Schistes à fucoïdes. Calcaire compact foncé.
Trias.	Rhétien lumachellique. (loc.) Calcaire dolomitique et cornieule. Schistes rouges et verts. Quartzite lité et arkose.	Marnes et calcaires lumachelliques. Marnes rouges et vertes. Calcaires dolomitiques et cornieule. Gypse et anhydrite. Lambeaux de quartzite.	Rhétien (loc.) Grands massifs de calcaire dolomitique et cornieule. Calc. noir à Gyroporelles. Dolomie grenue (Haupt dolomit.) Gypse.	Marne et calcaire rhétiens (loc.) Calcaire dolomitique et cornieule. Gypse.
Permo-carbonifère.	Permien (Sernifite). Carbonifère. (Poudingue et grès de Valorsine et schistes ardoisiers.)	Permien et carbonifère.	Contact anormal par dislocation. Flysch.	
—	Gneiss et schistes cristallins.			

brèche jurassique, est réellement superposée à la deuxième (zone des Préalpes) et au Flysch, mais à l'origine elle devait se trouver au sud de celle-là, problème qui sera examiné plus loin.

Le Flysch intermédiaire entre les Préalpes et les Hautes Alpes (zone de Niesen), ne forme, avec ce que j'appelle la *zone des cols*, en réalité qu'une seule zone, tout à fait comparable à la zone extérieure du Flysch avec ses intercalations calcaires.

Il y aurait long à dire sur la comparaison des facies de part et d'autre et si je voulais entreprendre ici cette tâche, ce serait reprendre nombre de faits déjà publiés et connus (voir n°s 13, 14, 15, 16, 23, 53, etc.). Ce serait anticiper aussi sur les résultats qui doivent faire l'objectif principal des nouvelles recherches.

De tels contrastes, réunis sur un champ d'observation aussi étroit, montrent clairement que nous ne sommes pas là en présence d'une simple variation de facies explicable par une différence de profondeur dans un bassin de sédimentation. Tout montre, et cette opinion s'impose, que la différence constante du facies entre les sédiments des Préalpes et ceux des Hautes Alpes, pendant les périodes jurassique et crétacique a une *cause géographique*. Les bassins sédimentaires de part et d'autre paraissent avoir été séparés, ainsi que je l'écrivais déjà en 1883. (N°s 13, p. 109, 110.)

La situation tectonique qui sera analysée plus loin, rend par contre inadmissible le rôle que j'attribuais alors à la zone des cols entre Leissigen et Samoëns, puisque les terrains liasiques et triasiques de cette ligne sont partout *superposés au Flysch* ou *enveloppés par ce terrain.*

Les terrains des Préalpes appartiennent au *facies méditerranéen* et offrent des caractères intermédiaires entre le facies austro-alpin et le facies provençal, ainsi que Gilliéron l'avait déjà relevé avec évidence; cette constatation a été faite aussi par Quereau.

Opinion de M. Haug. Si ce contraste peut au besoin, et en forçant les choses, s'expliquer en admettant, pour la région des Préalpes romandes, un bassin sédimentaire distinct à facies méditerranéen, un gésynclinal délimité par des géanticlinaux, comme le fait M. Haug, cette même explication ne peut s'appliquer individuellement à chacune des Klippes. Chaque lambeau à facies préalpin, les Giswyler Stöcke, le Rothspitz, le Stanserhorn, les Mythen, le Roggenstock, etc., etc., ainsi que les Annes et le mont Sullens en Savoie, sont dans le même cas vis-à-vis de

leur entourage à facies helvétique et devraient représenter ainsi des gésynclinaux bordés de géanticlinaux. De fait, M. Haug oppose cette interprétation à celle que j'ai donnée en 1893. Je ne puis m'expliquer le raisonnement absolument étrange de mon éminent confrère et ami.

Dans sa note, publiée en 1894 (n° 47), M. Haug admet, si j'ai bien compris, que les Préalpes occupent un gésynclinal, bordé de deux géanticlinaux, ayant existé pendant l'époque jurassique et crétacique. L'un des anticlinaux serait devenu le contact anormal du côté de la zone extérieure de Flysch et l'autre serait indiqué par le contact anormal des terrains des Préalpes sur le bord interne (zone des cols). S'il en est ainsi, il faut admettre qu'à l'époque de la formation du bathonien, il s'est formé, au beau milieu du gésynclinal préalpin, un géanticlinal, celui de la zone des *couches à Mytilus*, puisque ce facies de Dogger se développe le long d'une ligne, où des sédiments littoraux avec lits de charbons et restes de végétaux terrestres attestent l'existence, à l'époque bathonienne, de terres émergées avec abondante végétation. Ces iles étaient des rochers triasiques et liasiques.

En effet, dans toute cette zone, le Malm et le Dogger à *Mytilus* avec sa base bréchoïde, reposent en transgression sur le Lias et le Trias (dolomie et calcaire noir).

M. Haug ne s'étonne pas de cette complication; il confond même avec les couches à Mytilus le facies de la brèche de la Hornfluh et du Chablais, sans tenir compte que leur rencontre dans la même région est le fait de leur *superposition anormale*, situation résultant d'un phénomène tectonique bien postérieur à leur sédimentation. Je ne puis absolument pas me faire une idée de la connexité que se représente M. Haug, entre les klippes et le géanticlinal, supposé par lui, entre le lac d'Annecy et le lac des Quatre-Cantons. Les klippes des Annes et du mont Sullens et ceux de Schwytz et d'Unterwalden seraient ainsi des parties intégrantes des plis crétaciques qui les supportent! Ce serait des anticlinaux imbriqués surgissant au milieu des synclinaux crétaciques qui les entourent! Comment concilier cette supposition avec le fait bien visible de la *continuité des sédiments crétaciques* et du Flysch au-dessous des klippes? Comment expliquer les blocs exotiques et les brèches à matériaux exotiques qui entourent les Klippes? Comment expliquer, enfin, les facies tout à fait différents des klippes et de leur substratum?

Si ce raisonnement a pu me paraître excusable en 1894 (n° 47), je ne puis comprendre comment M. Haug peut y revenir dans

sa récente note (n° 56), où la même argumentation se trouve reproduite. Cela est bien surprenant après que M. Haug a eu l'occasion de visiter plusieurs des klippes des Alpes d'Unterwald, qu'il a achevé une étude détaillée sur la klippe du Mont Sullens, où le passage de l'Urgonien sous les klippes est visible dans la vallée de la Clusaz, et après avoir traversé, sous ma conduite, toute la région des Préalpes, de Bulle jusqu'à Bex. Il faut avoir des idées bien arrêtées pour venir nous dire : « Tous les contacts anormaux ne sont que des plis exagérés, des éventails imbriqués, des plis en champignon perchés par surrection au-dessus du Flysch, après avoir percé celui-ci. » Passe encore pour les Préalpes dans leur ensemble, comme je l'ai dit ; mais faire passer toutes les klippes dans le « moule à champignons », comme le fait M. Haug, cela est tout simplement nier les faits observables ! Je fais volontiers abstraction de mes propres arguments, mais après l'étude si détaillée de M. Quereau sur les klippes d'Iberg, je ne saurais comment M. Haug veut appliquer sa théorie ? Et ce qui surprend le plus, c'est que M. Haug donne son interprétation non pas comme une supposition, comme une théorie, mais bien, en parlant du mont de Sullens, comme le résultat d'une étude très détaillée.

M. Haug dit aussi que le passage entre les couches des Préalpes et celles des Hautes Alpes s'observe sur quelques points. C'est là une affirmation à laquelle je puis opposer le *démenti le plus formel*. Ce qui fait justement l'individualité des Préalpes, individualité qui se répète aussi pour chaque klippe, c'est que précisément *la continuité entre les terrains des Préalpes et ceux de même âge des régions voisines ne s'observe nulle part !* De toute part, les terrains secondaires des Préalpes se terminent par leur tranche et reposent sur des couches plus récentes, sans aucune connexion avec les terrains de même âge des régions voisines. Il est donc d'autant moins possible qu'un passage des terrains ait été observé par M. Haug ! Cette affirmation de sa part est au moins extrêmement risquée ; elle est écartée d'emblée par la *Loi des Préalpes*, que M. Haug voudrait infirmer et *qui est restée jusqu'ici sans exception*. M. Charles Sarrasin (n° 41, p. 67, etc.), lui aussi, se rallie à l'argumentation de M. Haug — qu'il dit être de M. Kilian — et affirme que les facies des Préalpes et des Hautes Alpes, bien différents d'abord, se confondent petit à petit. C'est une constatation qui n'a jamais été faite et qu'il est impossible de faire.

Je considère donc toute l'argumentation de M. Haug comme

nullement contraire à mon hypothèse du charriage lointain des Préalpes. Je n'ai trouvé aucune objection de poids, aucune constation contraire basée sur des observations et des faits concrets. M. Haug ne présente qu'un échafaudage de considérations absolument contraires aux faits visibles dans les Préalpes autant que dans les klippes.

Zones des Préalpes.

En allant du N. vers le S., à travers les Préalpes, on constate, ainsi que cela ressort de notre profil II, les zones suivantes de terrains secondaires. Ces zones sont à la fois des zones *stratigraphiques* et des zones *tectoniques* :

1. **Zone extérieure de Flysch.** Lambeaux ou bandes étroites de crétacique et de jurassique enveloppées dans du Flysch. On y observe les terrains mésozoïques suivants :

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR (probablement Sénonien-Cénomanien), calcaire schisteux *blanc et gris* et *localement rougeâtre*, remplis de foraminifères; grands *Inoceramus*.

NÉOCOMIEN. Calcaire schistreux ou marneux et calcaire en bancs minces, gris ou blanchâtre. Nombreux ammonitides déroulés. Niveaux paléontologiques correspondant à l'Urgonien, au Hauterivien et au Valangien et reposant sur les couches de Berrias. Sans ressemblance avec la succession stratigraphique normale de ces étages dans les Hautes-Alpes et moins encore dans le Jura, cette succession représente toutefois une sorte de facies intermédiaire sur lequel nous reviendrons plus loin.

JURASSIQUE, *Malm* calcaire bien lité avec fossiles de la zone à *Am. bimamatus*. A la base facies grumeleux, rappelant les couches de Birmensdorf à *Am. transversarius*.

Oxfordien schisteux avec fossiles pyriteux (Montsalvens, près Broc); *Callovien*, calcaires hydrauliques (c. à ciment). *Bathonien* et *Bajocien* (zone à *Am. Humphriesi*) avec *Zoophycos*. Calcaires foncés.

Les terrains plus anciens ne sont connus dans cette zone que sous forme de klippes ou blocs exotiques.

2. **Zone des chaînes calcaires.**

a) Zone Nord. Quatre grands anticlinaux de Jurassique séparés par du Néocomien, des couches rouges et une faible épaisseur de Flysch. Le bord nord de cette zone repose, en commençant par le Trias, sur le Flysch de la zone extérieure.

CRÉTACIQUE SUPÉRIEUR. Calcaires et marnes rouges rarement flambés de vert, remplis de foraminifères. Nodules siliceux.

NÉOCOMIEN. Grande épaisseur de calcaires et marno-calcaires gris, en bancs minces à la base; localement marne noire à rognons de pyrite Céphalopodes méditerranéens.

JURASSIQUE. *Malm supérieur*. Calcaire tithonique; faune à *Am. acanthicus* sur le bord Nord indiquant le passage au jurassique de la zone précédente. Sur le bord interne, massif calcaire unique avec indices de facies coralligènes.

Malm inférieur. Calcaire noduleux et grumeleux avec la faune à *Am. transversarius;* décroissant en épaisseur du N. au S.

Bathonien et *Bajocien*. Calcaires et calcaires marneux schisteux à *Zoophycos*, souvent oolitiques. Zones paléontologiques ammonitifères :

Zone à *Am. Parkinsoni*.
» » *Humphiesi* (calcaire sableux).
» » *Murchisonae*.

LIAS. *Toarcien* schisteux bleu ou gris foncé à *Zoophycos* et fucoïdes. *Am opalinus*, *Am. radians*, *Am. bifrons*.

Lias moyen et *inférieur*. Calcaire silicieux à rognons de silex, localement *facies échinodermique* (calcaire à Entroques, zone à *Aegoceras planicosta*).

Hettangien. Calcaires foncés, schisteux ou sableux.

TRIAS. *Rhétien*. Calcaires lumachelliques et schistes marneux à *Avicula contorta*.

Keuper. Marnes rouges et vertes, Dolomies et cornieules. gypse et anhydrite.

b) Zone Sud. Forme deux alignements de plis anticlinaux groupés de part et d'autre d'un synclinal médian comblé de Flysch. Le premier pli Nord est souvent chevauché sur le Flysch qui borde la zone précédente. La dernière arête Sud se superpose égalelement, avec sa base triasique, sur le Flysch de la grande zone du Niesen. Les terrains mésozoïques de cette zone sont :

CRÉTACIQUE. Exclusivement représenté par le facies des *couches rouges* [1], offrant souvent trois assises :

[1] L'opinion exprimée par M. Quereau (n° 40, p. 85) de l'identité des couches rouges et des calcaires rouges tithoniques à *Aptychus* (Aptychenkalke) des Alpes orientales, me paraît inadmissible. A moins qu'on arrive à prouver que le facies des couches rouges a commencé à se for-

Couches rouges supérieures, flambées de gris ou vert.

Couches grises calcaires moyennes, ressemblant au Néocomien à Céphalopodes.

Couches rouges inférieures.

Toutes les assises sont remplies des mêmes Foraminifères, surtout les deux assises rouges. Les deux assises inférieures représentent peut-être le Néocomien ?

JURASSIQUE. *Malm.* Massif calcaire gris, foncé et fétide à la base. Localement facies coralligène tithonique à *Diceras.*

Dogger. Couches à *Mytilus :*

a) Calcaire marneux à *Myes* et *Mytilus.*

b) Calcaire et schistes à *Modiola imbricata* et *Cidaris.*

c) Marnes et schistes à fossiles triturés et *Ostrea costata.*

d) Grès, conglomérats et brèches à débris triasiques, reposant sur le calcaire triasique ou manquant. Alors l'un ou l'autre des niveaux à fossiles marins repose directement sur le Trias.

TRIAS Calcaires foncés à *Gyroporelles*. Dolomie grenue grise ou foncée en grande épaisseur; cornieules et gypse (anhydrite).

Avec cette zone s'arrête le développement normal des Préalpes. Mais dans le Chablais se trouve en grande extension et dans la région du Simmenthal, sous forme de lambeaux isolés, la formation de brèche calcaire de la Hornfluh et du Chablais.

3. **Zone centrale de Flysch**, formée de schistes et grès souvent en grande épaisseur. Dans le Simmenthal, c'est sur ce Flysch que reposent les lambeaux de terrains secondaires appartenant à la région suivante :

4. **La région de la Brèche jurassique de la Hornfluh et du Chablais**, sur laquelle nous renseigne surtout, pour ce qui concerne le Chablais, le récent mémoire de M. Lugeon (n° 53). Ses assises sont toujours *superposées* sur le bord Sud de la zone précédente (au N.E. du Rhône). Elles cachent aussi très souvent le bord de cette zone, en venant reposer directement sur le Flysch du Niesen (Chablais). Ici les terrains se succèdent comme suit :

CRÉTACIQUE. Fait défaut sur la formation de la brèche. Sa

mer dans les Alpes orientales déjà à l'époque du Malm, comme dans la zone interne des chaînes calcaires des Préalpes (à couches à *Mytilus).* il a succédé directement au malm. Cela ne justifierait toujours pas la classification dans la tithonique de nos couches rouges qui sont certainement crétaciques, vu leur superpositiou au Néocomien fossilifère.

présence a été indiquée d'abord par M. Lugeon dans le Chablais ; mais ce dernier a fini par en douter, en constatant que les lambeaux de couches rouges observés par lui ne sont que des lames intercalées dans le Flysch.

JURASSIQUE. *Calcaire-brèche*, à débris triasiques ; riche en bancs calcaires dans la partie supérieure (Malm), essentiellement bréchiforme à la base (Dogger). Une zone schisteuse intermédiaire représente peut-être l'oxfordien (Chablais).

Lias supérieur. En partie bréchiforme (?), en partie schisteux avec Fucoïdes.

Lias inférieur. Calcaire échinodermique noir, avec débris dolomitiques.

Trias. *Rhétien.* Schistes et lumachelle.

Keuper. Calcaires dolomitiques et cornieules, gypse et anhydrite.

5. La **Grande zone de Flysch du Niesen,** très étroite dans la région du Chablais, sépare les deux zones précédentes de la dernière zone à terrains secondaires appartenant aux Préalpes ; c'est **la zone des Cols** qui ne forme pas une région orographique proprement dite. Elle est constituée par une série d'affleurement de terrains secondaires resserrés entre les Hautes Alpes et le Flysch du Niesen ou enveloppés dans celui-ci. Sauf les lambeaux superposés au Flysch, tout y est contourné, broyé, laminé. On y trouve du Trias (gypse, anhydrite, dolomie), replié de mille manières avec du Lias, du Dogger, du Flysch, si bien que dans la plupart des cas, il est fort difficile de s'en faire une idée. Le facies de ces terrains secondaires est généralement celui de la zone Nord des chaînes calcaîres avec une forte affinité avec celui des lames de terrains mésozoïques de la zone extérieure de Flysch, ce qui est surtout attesté par la présence de Néocomien schisteux à céphalopodes et de Crétacique supérieur blanc, comme au Niremont. Je comprends dans cette zone les affleurements innombrables de Trias, Lias, Dogger, etc., que l'on suit de Frutigen, par Adelboden, Lauenen, jusqu'à la Lenk et Bex, ainsi que les paquets de couches contournées des rocs d'Ayerne et de Ripaille sur Champéry.

Aux yeux de M. Haug, la présence de ces terrains, surtout du Néocomien à céphalopodes, constituerait sans doute un argument de plus pour soutenir la symétrie en éventail composé qu'il entrevoit dans les Préalpes. J'y vois, au contraire, des lambeaux sans racine, sans connexion avec les autres chaînes de terrains

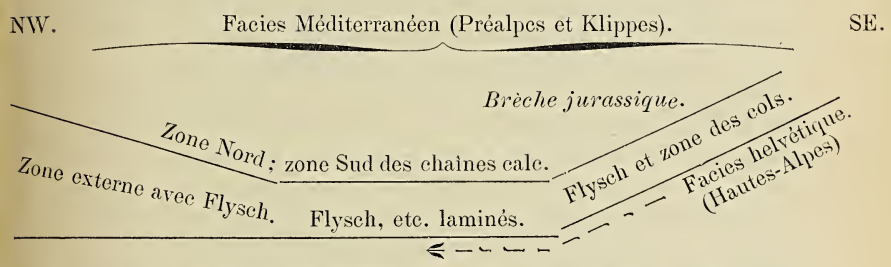
secondaires ; ce sont des paquets de terrains restés en arrière, lorsque la nappe des Préalpes se déplaçait vers le Nord. Sous l'énorme poids de celle-ci et pendant le mouvement progressif vers le Nord, les lambeaux furent culbutés avec le Flysch et littéralement roulés avec celui-ci. De là leur situation si compliquée. Nous en reparlerons en examinant les arguments tectoniques.

Comparaison des terrains et situation ancienne.

Si nous comparons les terrains préalpins les plus voisins du bord Sud des Préalpes avec ceux des Hautes Alpes, nous voyons que le contraste est absolument frappant, ainsi que cela ressort des tableaux comparatifs que nous avons donnés plus haut. Mais si nous suivons les facies dans les Hautes Alpes vers l'intérieur, nous trouvons au contraire que les facies ont une légère tendance à se rapprocher de ceux des terrains de la zone extérieure (Gurnigel-Voirons). Il n'y a pas une bien grande différence entre le *Néocomien gris* qui atteint un si grand développement sur le versant Sud de la Dent du Midi et le facies du Néocomien à Céphalopodes de la zone des Voirons-Gurnigel. Si l'on considère encore la succession des niveaux paléontologiques du Néocomien de Montsalvens, on voit même qu'il y a plus qu'une certaine analogie de facies. En outre, dans le pli de Gagnerie, on voit s'intercaler, entre l'Urgonien rudimentaire, presque réduit à zéro et le calcaire nummulitique, une zone schisteuse rouge et verte extrêmement laminée qui contient, quoique entièrement écrasés, des foraminifères rappelant ceux des couches rouges des Préalpes. J'ai considéré cette zone schisteuse rouge comme remplaçant le crétacique supérieur (Sénonien, Cénomanien, Gault et Aptien), qui ferait ainsi place, vers le Sud, à un facies schisteux analogue aux couches rouges des Préalpes (N° 16, p. 595).

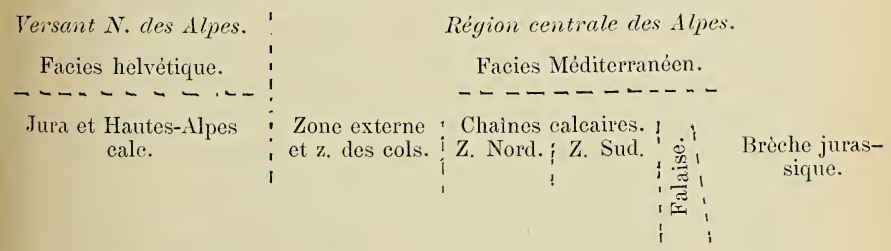
N'est-ce pas étrange de retrouver au *Sud* du facies helvétique un terrain rappelant les particularités du crétacique supérieur du bord *Nord* des Préalpes ? N'est-ce pas une coïncidence bien curieuse de *constater des indices d'analogie stratigraphique sur les bords opposés des deux régions, alors que, sur leur contact, règne le contraste le plus frappant !* La difficulté tombe si, par la pensée, on transporte au S. des Hautes Alpes la nappe entière des Préalpes; car alors les bords homologues ne seront plus opposés, mais viendront se juxtaposer l'un à l'autre !

Cette constatation, qui m'avait déjà frappé il y a plus de dix ans, m'apparaît maintenant comme un argument de plus pour chercher au S. du facies helvétique (Hautes Alpes) le lieu d'origine de la nappe exotique des Préalpes. Actuellement, les zones énumérées se succèdent horizontalement comme suit, abstraction faite des terrains tertiaires (Flysch) :



Avant la grande dislocation qui a, selon moi, jeté la nappe préalpine sur le Flysch et le Miocène du bord N. des Alpes, cette masse sédimentaire se trouvait au S. du facies helvétique dans une région centrale, voire même méridionale des Alpes.

Cela peut se représenter par le schéma suivant qui se déduit facilement de la construction précédente :



Dans cette situation, le facies franchement méditerranéen des Préalpes et des Klippes n'a plus rien d'étrange. Il est situé au S. du facies helvétique ou de l'Europe centrale ; en cela, il y a concordance complète avec ce que l'on observe dans les Alpes orientales et méridionales.

Je ne saurais dire aujourd'hui, si la zone de contact sédimentaire entre le facies helvétique sur le versant N. et le facies méditerranéen de la zone centrale des Alpes a été marquée partout par un passage insensible, ainsi que cela paraîtrait résulter de l'observation citée plus haut — ou s'il y a eu localement des

séparations par des terres émergées; je penche plutôt vers la première hypothèse, en admettant des différences de profondeur. Ce qui est par contre absolument certain, c'est que *ce passage n'existe pas et n'a jamais existé sur la ligne de contact actuelle des deux régions*, qui formaient au moment de la sédimentation les bords *opposés* des deux régions.

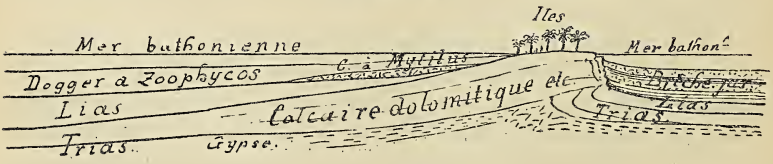
La succession des facies dans les Préalpes conduit à une conception bien nette des conditions de profondeur qui ont présidé à la sédimentation dans cette région centrale des Alpes.

A l'époque jurassique, soit vers la fin de la formation du Dogger, le Jura était couvert de mer peu profonde (facies échinodermique). Vers la région des Alpes à facies helvétique, la mer n'était pas très profonde non plus. On y retrouve, entre autres, le facies à fossiles pyriteux de l'oxfordien franc-comtois; tandis que plus au S. apparaît le facies grumeleux rappelant les couches de Birmensdorf du Jura oriental. Dans la région d'origine des Préalpes du Stockhorn et du Chablais, la mer s'approfondit considérablement pour se relever rapidement à l'approche du facies littoral à Mytilus, occupant les bas-fonds autour d'une longue zone d'îlots triasiques, dont les débris ont alimenté la formation bréchiforme à la base des couches à Mytilus.

Tandis que sur leur versant N. ces îlots et isthmes, formés par les assises du calcaire triasique, offraient une pente sous-marine insensible hantée par d'innombrables mollusques, échinides, coraux, etc., le versant S. était sans doute une falaise se continuant par un abrupt sous-marin, siège de dislocations, provoquant des éboulements continuels et alimentant ainsi la formation de la brèche du Chablais et de la Hornfluh.

J'ai des motifs très sérieux pour admettre que la brèche du Chablais et de la Hornfluh a été située jadis immédiatement au sud de la zone des îles bathoniennes et qu'elle n'a été jetée sur les Préalpes qu'après l'arrivée de celles-ci sur le bord des Alpes. En ce moment, la situation devait être la suivante :

Figure 1.



Après la sédimentation du Dogger, les dépôts uniformes du Malm ont peu à peu envahi les îles bathoniennes, d'où la superposition directe du Malm sur le Trias sur le bord sud d'une partie des Préalpes.

Au S. des îlots bathoniens, la désagrégation de la falaise ne s'est arrêtée qu'avec la fin de l'époque jurassique. La transgression des couches rouges crétaciques n'a cependant pas pénétré au delà de cette ligne, puisqu'on ne trouve pas ce terrain normalement superposé à la brèche jurassique.

La brèche crétacique à débris dolomitiques que j'ai constatée près de la Croix sur Vionnaz et que MM. Renevier et Lugeon ont remarquée encore sur d'autres points, indique peut-être la limite S. de la transgression crétacique.

A l'époque du crétacique moyen, la situation était bien changée. Le Jura et les Alpes, à facies helvétique, faisaient partie d'un fond de mer allant lentement en s'approfondissant. La limite entre le facies jurassien-helvétique et le facies méditerranéen était sans doute marquée par un pli monoclinal occasionnant une différence de profondeur entre les deux régions, d'où la différence de facies.

On voit que je suis loin des démonstrations de M. Haug. Même les arguments stratigraphiques qu'il m'a opposés et qui lui paraissaient très concluants, ne tiennent pas debout à la lumière d'un examen serré. Tout s'oppose d'ailleurs à leur application.

La provenance de la nappe des Préalpes d'une région centrale des Alpes, située au S. de la ligne des massifs cristallins du Mont Blanc-Aar-St Gothard est attestée encore par l'analogie du facies des terrains mésozoïques qui existent encore là. La zone sédimentaire intra-alpine du Briançonnais et les régions situées encore plus au S. offrent des terrains absolument analogues, quoique modifiés par le métamorphisme. Le métamorphisme dynamique a agi dans cette région centrale des Alpes bien plus que sur le bord, ensorte que les terrains restés en place en ont subi toute l'action, tandis que la nappe charriée vers le N. en est restée presque indemne.

Voici les terrains à facies « préalpin » dont on a constaté jusqu'ici la présence dans la zone intra-alpine du Briançon ou plus au Sud (zones des schistes lustrés) :

Brèche éocène polygénique, analogue aux brèches du Flysch.

Brèche jurassique à débris triasiques analogues à la brèche du Chablais et de la Hornfluh.

Calcaire jurassique supérieur. Malm.

Dogger schisteux à *Zoophycos*.

Dogger d'un facies voisin des couches à *Mytilus*.

Schistes liasiques supérieurs.

Calcaire échinodermique du Lias, facies de Rossinière-Mont Arvel.

Calcaire siliceux liasique.

Rhétien.

Trias avec toutes les assises connues dans les Préalpes.

Permien et carbonifère identiques à ceux des Préalpes.

Le Néocomien à Céphalopodes et les couches rouges seuls n'ont pas encore été constatés avec certitude dans la région centrale des Alpes, mais ils sont bien connus sur le versant sud. Ce fait n'est pas d'ailleurs un argument négatif péremptoire contre l'idée de rechercher dans cette zone centrale des Alpes la place d'origine de la nappe des Préalpes et des klippes ; ce qui en restait peut avoir été détruit par l'érosion, à commencer par les couches les plus élevées (crétacique). Puis il se peut qu'une antre partie a été à tel point transformée par la compression, qu'on n'en a pas encore reconnu l'identité de ces terrains.

Sous ce rapport, les recherches stratigraphiques et pétrographiques dans cette zone centrale des Alpes promettent bien des découvertes intéressantes. A côté des travaux de Gerlach, nous ne possédons, pour la partie suisse, aucun renseignement sur cette région et naturellement aucune recherche dans le sens indiqué, à part quelques études faites dans la zone des schistes lustrés du Valais et des Grisons. La région française, par contre, sur laquelle nous pouvons seule nous baser, est très bien connue par les travaux de Bertrand, Termier, Kilian, Révil, etc.

B. Arguments tectoniques.

Les observations tectoniques qui militent en faveur de l'origine lointaine de la nappe des Préalpes sont innombrables; elles se résument toutes dans ce que j'ai appelé la *Loi des Préalpes*.

Zone extérieure de Flysch.

(Zone du Flysch Voirons-Gurnigel.)

Cette zone qui s'étend de l'Arve à la vallée de l'Aar, est placée en apparence en entier sur le plateau miocène; elle forme, en effet, un entassement de plis jetés sur les terrains miocènes, en-

tourant ou enveloppant des lambeaux de sédiments mésozoïques, surtout du Crétacique supérieur, du Néocomien et du Jurassique. Ces derniers forment d'étroites bandes intercalées en apparence dans le Flysch.

La vallée de l'Arve, celle du Rhône et les bords de la vallée de l'Aar offrent des profils très nets de cette zone qui montre là la particularité frappante d'un *amincissement vers la profondeur*. Loin d'offrir la forme normale d'un anticlinal simple ou multiple, les terrains de la zone des Voirons vont en se rétrécissant en profondeur ; ils ont la forme d'un coin enchâssé entre le Miocène du plateau suisse et les terrains triasiques de la zone nord des chaînes préalpines. Cette zone extérieure n'est d'ailleurs pas continue. Large de plusieurs kilomètres aux Voirons, elle manque, comme zone topographique, entre la colline de Langin qui est l'extrémité E. des Voirons et le chaînon des Playaux-Niremont. Au pied du Grammont et dans la vallée de la Drance sur Thonon, elle est réduite à une zone très étroite, resserrée entre le Trias et le Miocène Chaque vallée transversale met à découvert *au-dessous* du Flysch les sédiments miocènes généralement discordants.

La présence des sédiments secondaires accompagnant cette zone de Flysch peut s'expliquer de deux manières. Ce sont, ou bien des anticlinaux écrasés, dans le genre de ceux des Playaux[1] et du mont Corbettes, ou bien ce sont des lambeaux de recouvrement plissés avec le Flysch et simulant de faux anticlinaux ; cela paraît être en particulier le cas des nombreuses klippes de la Berra, des lambeaux de cornieule et de gypse au pied de la Berra et du Gurnigel, ainsi que des affleurements jurassiques et crétaciques des Voirons. Pour ce dernier chaînon cette interprétation est nécessaire, si l'on veut que les Grès de ce chaînon soient de la mollasse et non du Flysch. Tout en constatant la grande ressemblance des Grès des Voirons avec le Miocène de la région voisine, je suis bien plus porté à considérer ce terrain comme Flysch, à cause de sa connexion directe avec les conglomérats du mont Vouant. Voirons et mont Vouant ne forment qu'un.

Aux Voirons, comme au mont Vouant, j'ai reconnu la présence

[1] Playaux, nom véritable du chaînon et du pâturage appelé sur les cartes topographiques *Pléiades*, par suite d'une orthographe par trop fantaisiste.

de blocs anguleux dans le poudingue, ce qui parle pertinemment en faveur de l'attribution de ce terrain au *facies du Flysch.*

Il y a d'ailleurs au pied de la grande paroi des Voirons des schistes contenant des fucoïdes dans le voisinage des affleurements calcaires. Que les conglomérats du Flysch passent à des Grès et que ces Grès *ressemblent* aux Grès miocènes, c'est un fait connu, qui ne justifie cependant en aucune manière l'assimilation de cette formation au Miocène. Le conglomérat des Voirons et du mont Vouant porte d'ailleurs de la manière la plus tranchée le facies des conglomérats du Flysch — débris peu roulés, souvent anguleux, roches *extrêmement dures, associées à des débris très tendres*, circonstance que l'on ne rencontre jamais chez les poudingues miocènes qui sont des formations de delta. Cette particularité sera relevée plus loin.

En somme, la *zone externe des Préalpes, formée essentiellement de Flysch, est une bande de Flysch plissé en forme de coin, devenant plus étroite en profondeur. Elle est formée d'une accumulation de Flysch enveloppant des lames de terrains mésozoïques, le tout resserré entre la nappe des Préalpes et le Miocène du plateau.*

Avec cette constatation, tombe l'argument principal que M. Kilian a opposé à mon explication du charriage des Préalpes; il admettait la première zone en place, avec impossibilité d'en supposer le charriage lointain; en conséquence la nappe principale des Préalpes devait être aussi en place. On voit que cette argumentation n'a plus sa raison d'être.

Région des chaînes calcaires.

a) Zone nord (Stockhorn-Ganterist; Grammont-Môle).

Cette zone se compose ordinairement au moins de 4 anticlinaux formant topographiquement deux chaînes ou arêtes (la chaîne du Ganterist et celle du Vanil-Noir, dans la région du Stockhorn).

Ces quatre anticlinaux sont en général assez réguliers, presque semblables aux voûtes du Jura. On remarque toutefois un déjettement plus prononcé vers le N. Leur alignement est arqué du côté extérieur. Ils forment deux systèmes de courbure, un dans le groupe compris entre l'Aar et le Rhône, l'autre est propre au groupe du Chablais entre le Rhône et l'Arve. De part et d'autre du Rhône les plis paraissent aller en convergeant; ce qui

est en partie une apparence, en partie aussi le résultat de la résistance que le massif de poudingue miocène du mont Pèlerin doit avoir opposé à l'avancement des plis vers le N.W. Ceux-ci paraissent en effet s'être *moulés* autour de ce massif, comme le massif du Napf a arrêté les plis des Alpes d'Unterwald, au N.-E. du lac de Thoune, alors que les terrains du Stockhorn se sont avancés de plus de 10 km. au N.W.

Le *contact de la zone calcaire N. avec la zone extérieure du Flysch* est un des points des plus importants pour la connaissance des Préalpes.

Ce contact est toujours anormal. Du Môle au bord de la vallée de l'Arve, jusqu'au Bouveret, au bord du Léman, et de Montreux jusqu'à Spiez, *on suit sans interruption cette ligne de contact entre les terrains secondaires de la zone N. des Préalpes et le Flysch de la zone extérieure;* elle est marquée par la superposition, souvent presque concordante, du Trias sur le Flysch. Au contact se voient ordinairement des amas plus ou moins importants de gypse et de cornieule (dolomie triturée et décomposée).

Quelquefois ce contact est simple, c'est-à-dire que sur le Flysch suit normalement la série stratigraphique du Trias en amont, formant escarpement; alors on observe de haut en bas :

Couches rouges;
Néocomien;
Malm;
Dogger;
Lias;
Rhétien;
Trias et cornieules.
——— Plan de contact anormal.
Flysch.

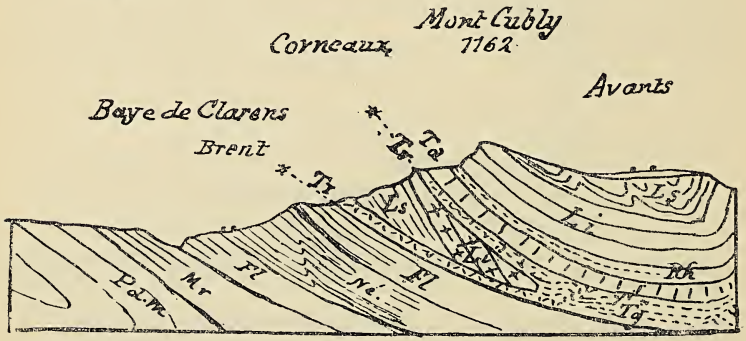
C'est le cas, p. ex., au Grammont et au Moléson. (Voir profil I et II).

Quelquefois, comme p. ex. au mont Cubli sur Montreux, il s'intercale entre le Flysch et la série normale des terrains secondaires un paquet de sédiments renversés, ordinairement du Lias, reposant sur du Trias; ce dernier est alors absolument broyé et trituré. On pourrait y voir l'indice d'un flanc d'anticlinal renversé ou d'un bord retroussé de la nappe de recouvrement :

Dogger
Lias supérieur.
Lias inférieur.
Rhétien.
Trias (cornieule et dolomie).
——————— contact anormal.
Lias inférieur.
Lias supérieur.
Trias cornieule (zone de trituration).
——————— Contact anormal.
Flysch.

Cette bande de terrains liasiques intercalée entre deux zones de Trias, en bonne partie triturée, va en s'amincissant vers la profondeur et finit en forme de coin, les deux bandes de trias allant se rejoindre. La présence de la bande inférieure de Trias montre que *ce n'est pas le flanc renversé d'un anticlinal frontal de la région des Préalpes*, mais tout simplement un paquet de terrains détachés et retroussé du bord de la nappe normale, ou, mieux dit, pincé entre celle-ci et le Flysch. Sinon la présence du Trias entre le Lias supérieur et le Flysch serait inexplicable. D'ailleurs ce Trias est réduit à l'état de cornieule avec quelques paquets de Gypse, le tout *broyé et trituré*. Voici la configuration que l'on observe au-dessus de Brent près Montreux.

(Fig. 2.)



Légende : Pdm. Poudingue miocène
Mr. Mollasse rouge.
Fl. Flysch.
Né. Néocomien.
Ls. Lias supérieur.
Li. Lias inférieur.
Rh. Rhétien.
Td. Calcaire dolomitique. } Trias.
Tr. Cornieule. } Trias.
Tg. Gypse.
*▬▬▬ Contact anormal.

La nappe normale se prolongeait apparemment bien plus au N. et, pendant le mouvement, des paquets ou lames s'en sont détachés, en se renversant, pour être pincés sous la nappe de recouvrement. Ces paquets, la dolomie et les marnes liasiques surtout, ont contribué à la formation de la zone de trituration qui s'observe sous la nappe des Préalpes. Près des bains de Mont-Barry, il y a même sous le Lias du massif du Moléson, tout enveloppé de cornieule, un paquet de Crétacique supérieur rouge et blanc appartenant à un facies intermédiaire entre celui de la zone extérieure de Flysch et celui de la région calcaire.

On pourrait citer mille exemples de ce genre, prouvant péremptoirement le mouvement *vers le Nord* de la nappe des Préalpes.

C'est bien une nappe de recouvrement, venue en glissant sur son soubassement triasique, et non un pli couché, car, sauf de rares exceptions, la nappe de recouvrement repose toujours sur le Flysch *par sa couche la plus ancienne, le Trias* (rarement le permien ou le carbonifère). S'il s'agissait d'un pli couché, il y aurait lieu de trouver, presque constamment, entre la série normale et le soubassement de Flysch un flanc moyen laminé, ce qui n'est pas.

La ligne de contact entre le Flysch et le Trias offre, à chaque coupure transversale, des sinuosités très prononcées vers l'intérieur des Alpes.

Sur le bord de la vallée de l'Arve, on voit le contact entre le tertiaire et le Trias de la base du Môle se poursuivre sur plus de cinq kilomètres au S. de Bonneville et sur plus de dix kilomètres en arrière du bord N. des Préalpes. (Voir la petite carte.)

Sur les deux flancs de la coupure du Rhône, la ligne de contact s'infléchit vers le S.E., d'une manière si frappante, que la situation de la nappe en position anormale sur le Flysch ne saurait être plus nette !

Entre le col du Mont Bénit sur Boëge et le Mont Porchet, on voit le Flysch s'introduire très nettement sous le Trias du Mont Porchet. Dans la vallée de la Dranse, la superposition du Gypse triasique au Flysch est des plus nettes.

Au Bouveret, à 10 kilomètres en arrière du bord des Préalpes, le troisième anticlinal de la zone des chaînes calcaires N. (pied N. du Grammont) repose par sa base triasique sur le Flysch et la mollasse rouge (Oligocène), ainsi que le montre notre profil I.

La rive opposée permet de suivre le contact du Flysch et du

Trias qui lui est superposé, dès le col de l'Alliaz, jusqu'à Montreux, à plus de 5 kilomètres en arrière du bord. Je renvoie pour ce point important au panorama et aux coupes géologiques qui accompagnent ma notice sur les environs de Montreux (N° 32).

La *vallée transversale de la Sarine*, entre Gruyère et Bulle, offre, outre le lambeau de crétacique de Mont-Barry, nombre d'autres preuves de la continuation, en arrière du bord des Préalpes, de cette superposition anormale des couches secondaires sur le Flysch. Entre Mont-Barry et le Paquier, on voit le Flysch de la colline de la Siaz s'introduire sous le Trias du massif du Moléson. Mais c'est surtout aux environs de Broc que la situation est intéressante. Le Flysch de la Berra passe ostensiblement sous le massif calcaire du Montsalvens (lame jurassique et crétacique intercalée dans le Flysch de la zone extérieure) et vient se souder à Broc avec une étroite bande de Flysch qui se glisse entre le jurassique de Montsalvens et le Trias de la chaîne de la Dent de Broc (continuation du Moléson). Sur ce point, *toute la masse plissée de Montsalvens semble reposer sur le Flysch*, et si l'on reconstitue le Flysch disparu, c'est en tout cas une lame plissée de jurassique et de crétacique entourée de toutes parts de Flysch, une klippe sans racine en profondeur. La présence du Flysch typique au Pont de Broc et au Pont de Bataille, de même que l'apparition, déjà indiquée sur la carte de Gilliéron, d'un petit pointement de Flysch au milieu du glaciaire au pied N. du rocher liasique de Gruyère, prouvent péremptoirement que toute la lame secondaire de Montsalvens repose sur le Flysch sans contact en profondeur avec des terrains de même âge.

Il en est naturellement de même des paquets de terrains secondaires occupant le milieu de la large vallée de la Sarine, entre Epagny, Broc, Bulle et la Tour de Trême. Il y a là des schistes toarciens à *Posidonomya Bronni*, des schistes à *Harpoceras opalinum* et *radians*, des calcaires grèseux du Bajocien à *Stephanoceras Humphiesi* et à *Zoophycos*, des calcaires marneux à *Am. transversarius* et des récifs de Malm calcaire dans un désordre complet et sans régularité dans leur plongement et leur direction ; le tout est interrompu, çà et là, par du Flysch ! Nul doute que c'est la base de la lame de Montsalvens-La Chevasse reposant, ici comme là, librement sur le Flysch. — Après enlèvement de la couverture de Flysch qui allait de la Berra jusqu'au Niremont et à la colline de la Siaz, il ne reste plus aujourd'hui que ce dédale de lambeaux disséminés.

Les vallées parcourues par les deux bras de la *Singine froide* (Kalte Sense) offrent le même phénomène d'une manière on ne peut plus nette. De part et d'autre de la Muscheren Sense, le Höhmättli et le Hundsbühl, deux tronçons de la zone tectonique du Moléson-Dent de Broc, reposent librement sur le Flysch qui se poursuit encore en amont du Hundsbühl. Dans la vallée de la Hengst-Sense, la situation est encore plus explicite. Le Flysch se retrouve, *sous le Trias*, près de Grenchen, *au centre de l'anticlinal des Wannels,* jusque près du sommet du col. C'est donc un *faux-anticlinal*, formé par la substructure éocène, au centre de la voûte que dessine ici la nappe de recouvrement.

C'est à l'approche de la vallée de l'Aar et sur les *bords du lac de Thoune* que la situation devient surtout intéressante, car c'est la contre-partie de ce qui s'observe sur le bord de la vallée de l'Arve et du Giffre. Malheureusement, les terrains glaciaires ne laissent pas percer beaucoup d'affleurements de terrains plus anciens. Il est visible que le Flysch de Blumenstein s'introduit sous le Trias du Wirtneren. Mais la masse de Flysch, encore énorme au Gurnigel (4 km. d'épaisseur horizontale) s'amincit d'une manière subite, et déjà près d'Uebeschi, la mollasse marine se trouve à moins de 1 km. 500 de distance de l'alignement de la zone liasique et triasique du Zwieselberg. Cette zone triasique, qui n'est autre chose que le soubassement du Wirtneren (prolongement du Trias du Moléson-Dent de Broc) passe de la direction E.-N.E. qu'elle a au Wirtneren à la direction E.-S.E. Puis elle passe en ligne presque droite, devant les divers plis de la zone nord des Préalpes (Stockhorn-Ganterist), sans suivre les ondulations de ceux-ci, pour aboutir à Ghei, au bord du lac de Thoune, où affleure encore le gypse.

Entre Spiez et Leissigen, on voit le long des rives du lac et sur l'arête qui sépare le lac de Thoune de la vallée du Suldbach, de très beaux affleurements de calcaire dolomitique, de gypse, et localement du Lias. A part celui de Spiez, qui correspond au soubassement du Stockhorn, les autres affleurements appartiennent au Trias de la zone calcaire sud et de la zone des cols. Il en sera question plus loin.

Il faut toutefois relever ici ce fait frappant, que nous retrouverons à Bex, de la présence constante, au milieu de ces formations triasiques, d'intercalations de Flysch, sans interposition de terrains liasiques ou jurassiques entre le tertiaire et le Trias.

Orographiquement, ces affleurements triasiques semblent *se mouler autour de la masse du Flysch du Niesen,* en s'y super-

posant, bien plutôt qu'ils ne surgissent au-dessous du Flysch. En comparant cette situation à celle de la *vallée de l'Arve* et du *Giffre*, on constate une analogie complète. Sous le Trias de *Krattigen*, comme sous celui de *Bex*, de *Treveneusaz* et de *Samoëns, on voit surgir invariablement du Flysch !*

Le Flysch de la zone extérieure, soit des Voirons, soit du Gurnigel, se continue invariablement sous la masse totale des Préalpes. Ainsi, *le contact anormal qui se poursuit sans interruption sur le front N. O. des Préalpes*, du Môle à Blumenstein, *se continue aussi latéralement*, sur la ligne du lac de Thoune et le long de la vallée de l'Arve et du Giffre. De part et d'autre de ces deux vallées, nous trouvons la même situation. Au N. E. du lac de Thoune, les plis des Hautes Alpes s'enfoncent bien positivement sous la nappe du lac, donc sous les Préalpes. La ligne du lac de Thoune correspond à ce contact anormal qui devait se continuer de Blumenstein à Leissigen.

En comparant la situation du Flysch du Gurnigel et de celui du Niesen, on voit que ces deux zones vont en convergeant et tendent chacune à se lier à la zone de la vallée de Habkeren. Le Flysch de cette dernière zone résulterait donc de la fusion des deux autres.

Le long de la *vallée de l'Arve*, le contact est encore plus net et clair. Le substratum des Préalpes est partout le Flysch. Le Flysch qui enveloppe le pli de Cluses à Facies helvétique supporte de nombreux lambeaux de Trias appartenant aux Préalpes et attestant une ancienne extension de cette nappe au S. W. de la vallée du Giffre. Les autres plis, à facies helvétique, s'enfoncent entre Bonneville et Cluses très ostensiblement vers le N. E. soit *sous la nappe des Préalpes.*

Ces constatations nous montrent donc la masse des Préalpes sous forme d'une nappe de terrains sédimentaires plissés *reposant, sur trois côtés de leur pourtour, anormalement sur le Flysch. Les régions plissées qui se placent en apparence sur leur prolongement*, soit les Alpes d'Annecy et les Alpes d'Unterwald, *en sont absolument indépendantes ; leurs plis, enveloppés de Flysch, se rejoignent probablement en passant sous les Préalpes.*

L'analyse de la tectonique de l'intérieur des Préalpes n'a guère d'importance pour le problème qui nous occupe. Ce sont des voûtes souvent régulières, quelquefois déjetées ou même chevauchées, surtout vis-à-vis du massif de poudingue miocène

du mont Pèlerin-Vuarat, qui a produit sans doute le rebroussement des plis sur le parcours de la vallée du Léman-Rhône.

Les anticlinaux ne correspondent pas toujours aux arêtes culminantes des chaînes, mais les lignes d'arête sont souvent formées par des synclinaux écrasés. Les mêmes plis peuvent se poursuivre souvent sans interruption dès la vallée de l'Aar jusqu'au lac Léman, où ils se lient virtuellement à ceux de la région du Chablais, si bien que la continuité de quelques-unes, jusqu'à l'Arve, ne peut pas être mise en doute.

b) Zone Sud (Facies du Dogger à *Mytilus)*.

Cette zone est caractérisée par le facies *des couches à Mytilus;* elle est séparée de la zone précédente par une bande souvent assez large de Flysch contenant un conglomérat, vrai poudingue à cailloux roulés, que Studer avait nommé *Mocausagestein.*

Au point de vue tectonique, cette région offre plusieurs replis, tant réguliers qu'anormaux. Comme pour la zone précédente, les axes de ces replis sont très continus à travers toute la région, soit au N. E., soit au S. W. du Rhône.

Dans leur ensemble, les plis de cette zone se divisent en deux rangs : le rang N. W., qui comprend la chaîne des Gastlose, allant de la Simmenfluh aux Tours d'Aï et du Mont Chauffé (vallée de Vernaz) à la Pointe d'Orchez, entre la vallée du Giffre et de l'Arve.

Le déjettement des anticlinaux est continuellement dirigé au N.W., soit parce que l'anticlinal est un pli aigu, à flanc isoclinaux, soit parce que l'effet de refoulement a fait naître des chevauchements comme ceux de l'arête des Gastlose. Dans ce cas, le chevauchement a toujours joué dans la direction du N. W. Une seconde zone des plis offrant le facies du Dogger à *Mytilus*, se montre au S. E. de la zone de Flysch du Hundsrück, c'est la zone comprenant les Spielgärten, le groupe du Rubli et de la Gummfluh, auxquels correspond en Chablais l'arête de Treveneusaz, laquelle se perd à Morgins entièrement sous la masse chevauchée de la Brèche du Chablais, pour ne plus se montrer plus au S. W.

Dans la région au N. E. du Rhône, ces deux rangées de plis sont séparées par une zone considérable de Flysch, schistes et grès grossiers, en épaisseur énorme constituant le Rhodomont et le Hundsrück. Cette zone de Flysch, que j'ai nommée zone centrale de Flysch, se poursuit de Boltigen à Erlenbach, dans

toute la longueur du Bas-Simmenthal ; elle a pour continuation en Chablais la zone de Recon-Le Biot-Mieussy.

Si dans la rangée N. de plis de la zone S. des Préalpes, le déjettement est dirigé au N. W., dans les plis de la rangée S., les plis et accidents tectoniques semblent dirigés au S. E., ensorte que la zone intermédiaire de Flysch occupe un vrai fond de bateau, un grand synclinal. (Voir le profil 2.) Ce déjettement vers le S n'est cependant qu'une apparence, vu que la dernière chaîne de cette zone constitue en même temps le bord méridional de la nappe proprement dite des Préalpes *reposant sur le Flysch du Niesen* qui s'élève, au Sud de ce contact, à une grande hauteur.

Comme dans la chaîne des Gastlose, il y a là aussi des chevauchements et des plis-failles. La région des Spielgärten, par ex., recèle des écailles multiples de Malm, tout à fait semblables à celles des Gastlose ; seulement ici le recouvrement *paraît* avoir joué du N. vers le S. Cela s'expliquera facilement lorsque nous aurons soumis le bord S. de la zone des chaînes calcaires à un examen détaillé.

Lorsqu'on poursuit la série stratigraphique dans cette zone, en allant du N. W. vers le S. E., on constate la transgression évidente du Bathonien (avec le Malm et le Crétacique) sur le Lias et le Trias. Dans la chaîne des Gastlose, comme dans la vallée de la Vernaz sur Vouvry, les couches à *Mytilus* reposent sur une grande épaisseur de toarcien schisteux ; plus au S., le Lias se réduit et les couches à Mytilus, même le Malm, viennent reposer sur le calcaire du Trias (Treveneusaz). Ce dernier, par son facies (calcaire noir à Gyroporelles, Dolomie grenue, etc.), contraste, par son immense épaisseur, avec le Trias des chaînes situées plus au N.

C'est par cette épaisse corniche du calcaire triasique que se termine invariablement au S. E. la zone moyenne des Préalpes, partout où son bord S. E. est visible. Mais le fait le plus important à retenir c'est que *ce massif triasique repose lui-même toujours sur le Flysch de la zone du Niesen !*

On suit cette corniche triasique sans interruption depuis Wimmis par le Schwarzenberg, le Twirienhorn, le Rothhorn (au S. des Spielgärten), l'Amselgrat (au pied de la Hornfluh), l'arête du Rubli jusqu'au Mont-d'Or qui n'en est qu'une partie détachée et rejetée sur le Flysch. Dans la vallée de la Grande-Eau, elle reprend, toujours en contact avec du Flysch (roches du

bois de la Chenaux), pour se rallier visiblement par le roc de St-Triphon à la corniche triasique de Treveneusaz, qui est la contre-partie de la Gummfluh.

A Tréveneusaz, le Trias repose directement sur la mollasse rouge qui paraît être la continuation de celle de Bouveret-Saint-Gingolphe (voir profil I).

Au S. W. de Morgins, le bord de cette corniche est caché par la nappe superposée de la Brèche du Chablais. Elle ne reparaît plus, car le pli de la pointe d'Orchez, le dernier du bord sud des Préalpes, fait partie de la rangée située au N. de la zone centrale du Flysch et s'enfonce bientôt sous la Brèche. C'est donc *sous la nappe superposée de la Brèche du Chablais que doit exister la continuation de notre corniche triasique.*

Cette corniche est en réalité la limite S. de la nappe calcaire des Préalpes; c'est avec elle que s'arrête la nappe proprement dite des terrains secondaires constituant la masse principale des Préalpes. En effet, à Wimmis, où commence cette ligne de contact anormal, nous venions de quitter auparavant le contact anormal du bord N. W. et N. E. de la zone N.; si nous pouvions suivre cette ligne au S. W. de Treveneusaz, au-dessous de la nappe superposée de la Brèche du Chablais, elle nous conduirait directement sur le bord de la vallée du Giffre où nous nous étions arrêté en suivant vers le S. W., le contact anormal de la zone extérieure. La conclusion qui s'impose après cette constatation est que *les chaînes calcaires des Préalpes forment ensemble une nappe qui repose sur tout son pourtour sur le Flysch.* Ce dernier forme deux zones qui paraissent se joindre en profondeur et entourent, comme le contact anormal, de toutes parts, cette région calcaire. *Celle-ci est donc comme posée sur une assiette de Flysch;* y a-t-il encore lieu de douter de sa position libre, sans racine en profondeur, si l'on examine la partie *observable* de la coupe représentée dans le profil fig. 1 entre le lac Léman et Treveneusaz ?

La région du Flysch du Niesen et la zone des cols.

Au point de vue tectonique, ces deux régions ne forment qu'un, comme les affleurements secondaires de la zone du Gurnigel-Voirons ne peuvent pas être séparés du Flysch constituant cette région.

Le Flysch du Niesen rappelle à plus d'un point de vue celui

de la zone extérieure, soit par son facies, ce qui sera relevé plus loin, soit par son apparition subite en grande épaisseur et surtout par ses replis en lacets fantastiques *enveloppant des lames de terrains secondaires*, dans des situations très compliquées (voir profil II).

Ce Flysch acquiert une grande épaisseur entre la vallée de la Kander et les Ormonts, mais se réduit considérablement au S. W. du Rhône, où la grande masse de recouvrement de la Brèche du Chablais en tient lieu topographiquement. Toutefois, ce Flysch existe là sous forme de grès et conglomérats fins comme au Niesen et au Gurnigel, mais il est presque constamment caché par la nappe de Brèche, et partant, il doit avoir une plus faible épaisseur que de l'autre côté du Rhône.

La région la plus intéressante est la zone des cols. Entre le Flysch du Niesen, empiétant autant sur celui-ci et sur les plis en lacets couchés et entassés de la zone des Hautes Alpes à facies helvétique, se trouve une zone absolument étrange qui se poursuit sous forme d'une bande, de largeur variable, du lac de Thoune jusqu'au col de la Golèze. Cette région est caractérisée par un véritable dédale de couches triasiques, jurassiques et localement crétaciques superposés au Flysch, ou laminées et broyées dans celui-ci, alternant même souvent avec ce terrain. Cette zone est surtout bien représentée entre le Rhône et le lac de Thoune, où les lambeaux sédimentaires atteignent, localement même, une très grande extension ; du côté du Chablais, par contre, son rôle est bien réduit.

J'ai déjà relevé la situation extrêmement compliquée des affleurements triasiques sur la rive S. W. du lac de Thoune, où, à trois endroits, entre Leissigen et Spiez, le Trias est interrompu par du Flysch. Ce Flysch paraît appartenir au substratum du Trias et former au milieu de celui-ci des *faux anticlinaux*, car on ne voit nulle part, entre le Trias et le Flysch, des couches intermédiaires, soit jurassiques, soit crétaciques. Uniquement au S E, à l'approche des plis du Morgenberghorn, au Gubbenholz sur Leissigen, on voit s'intercaler, entre le Gypse et le Flysch, une lame de calcaire gris et blanc-rosé rempli de foraminifères. C'est le *Crétacique supérieur* absolument semblable à celui des lames calcaires de la zone Gurnigel-Voirons. Un affleurement identique a été constaté par moi sur la nouvelle route allant des bains de Leissigen à Krattigen; tout près de là se trouve, au bord de la voie ferrée, un paquet de calcaires schisteux gris identiques au *Néocomien*

à Céphalopodes des Playaux. J'y ai trouvé deux Ammonites, dont l'une a les ornements du *Phylloceras Thetis*, espèce fréquente dans les environs de Châtel-St-Denis.

Voici donc une ressemblance bien frappante. Intercalés au milieu du Gypse du bord du lac de Thoune, on trouve, associés au Flysch des terrains rappelant, à s'y méprendre, le facies des sédiments secondaires de la zone du Gurnigel-Voirons! Cette ressemblance existe non seulement entre les terrains néocomiens de part et d'autre, mais on aura compris que le Crétacique supérieur, blanc, rosé, gris-clair est le même que celui du Niremont et non celui des chaînes calcaires des Préalpes, lequel se reconnaît à sa couleur rouge vif.

Mais ce n'est pas tout.

En suivant la zone des cols, on trouve là les terrains les plus variés : Malm, Oxfordien, Dogger, Lias et Trias, qui ne rappellent guère les facies de la zone précédente des Préalpes, mais ont infiniment plus de rapports avec les sédiments secondaires de la *zone extérieure*, celle des Voirons-Gurnigel. Au col du Pillon, à Aigremont et à Bex, j'ai trouvé des schistes à *Posidonomyes* en contact avec le Trias et le Flysch, identiques à ceux qui se voient au contact du Gypse dans la carrière de Pringy près Gruyère ; c'est du Toarcien qui n'existe pas avec ce facies dans les zones intermédiaires.

On connaît la présence d'une énorme lame de Néocomien à céphalopodes identique à celui du Niremont, qui se poursuit entre le Gypse et le Nummulitique de Bex le long de l'Avançon jusqu'à Solalex. Il a été décrit par M. Renevier et forme même un lambeau de recouvrement manifeste (Bovonnaz).

Au *Val d'Illiez*, la même coïncidence se répète. Le Dogger, le Malm, le Néocomien schisteux et le Crétacique supérieur des écailles d'Ayerne et de Ripaille, sont les mêmes que ceux de la zone Gurnigel-Voirons. Ajoutons encore que la présence d'une couche à *Gryphœa arcuata* à Bex et au col de Morgins, établit une connexion non moins probante entre cette zone et celle de la Berra, où Gilliéron cite ce même fossile dans le calcaire d'une klippe.

Tectoniquement, les lambeaux secondaires de la zone des cols sont tous des « klippes », des lames resserrées entre le Flysch du Niesen et les plis des Hautes Alpes à facies helvétique ou même intercalés dans le premier. Cela est notamment le cas de la lame du Chamossaire que l'on suit sur le flanc N de la vallée

des Ormonts sur plus de 5 kilomètres, *intercalée dans le Flysch* de la chaîne de Chaussy (profil II).

Dans toute cette région il ne règne aucun ordre; aucune loi tectonique ne se laisse déduire de ce dédale inextricable, si ce n'est que tous ces lambeaux de terrains secondaires reposent sur le Flysch ou dans celui-ci, sans connexion avec des roches profondes de même âge, et que les plis des Hautes Alpes à facies helvétique s'enfoncent au-dessous.

Les complications décrites par M. Lugeon aux Rocs d'Ayerne, de Savonnaz et de Ripaille (val d'Illiez) ne donnent même qu'une faible image du dédale qui règne dans cette zone et qui parait atteindre son comble dans les *environs de Bex*, entre l'Avançon et les Ormonts (voir n° 45, profil 3, pl. X).

En somme, que signifie cette zone aux complications extrêmes, ayant un facies stratigraphique si ressemblant avec la première zone préalpine, celle du Gurnigel-Voirons ? La réponse la voici:

Aux environs de Bex se montrent, comme au lac de Thoune, des affleurements de Flysch formant de faux anticlinaux dans le Trias (à Antagne, sous Fenalet, etc.). J'ai donc des raisons pour croire tous ces lambeaux de terrains secondaires, y compris ceux du val d'Illiez, sans aucune racine en profondeur; la carte de Ischer montre clairement ce fait aux environs de la Lenk et ailleurs. Ces lambeaux n'ont aucune connexion stratigraphique, ni tectonique, avec la zone des chaînes calcaires des Préalpes. Le même Flysch qui supporte celles-ci supporte et enveloppe aussi les lambeaux de la zone des cols.

La ressemblance avec la zone externe des Préalpes s'explique si l'on admet *que ces lambeaux ne sont que des lambeaux et des paquets de terrains restés en arrière et empâtés dans le Flysch, alors que l'écaille des Voirons-Gurnigel était charriée vers le N poussée par les écailles suivantes*[1]. Toute la masse des Préalpes, c'est-à-dire les trois zones décrites, plus la masse superposée de Brèche, ont dû passer sur cette bande de sédiments restés en arrière; cela explique la complication extrême, la lamination des couches, les replis sans ordre, ni direction constante dans le plongement et les contournements ressemblant parfois à ceux d'un papier froissé et chiffonné (Bex).

[1] J'ai déjà figuré en 1891 une supposition analogue dans un profil théorique (N° 24, fig. 1, pl. V); cette interprétation que je n'avais cependant pas abandonnée, n'est pas répétée dans n° 45, pl. X, fig. 1.

L'arrêt de ces lambeaux innombrables sur la zone des cols s'explique facilement, car c'est là que la nappe charriée des Préalpes a dû faire son « grand plongeon » en aboutissant sur une surface moins inclinée, où était, au surplus, accumulée une immense épaisseur de Flysch. Une partie de celui-ci, avec le bord de la nappe de charriage, a été poussée en avant sur le Miocène et est venue constituer la zone si irrégulière en épaisseur des Voirons-Gurnigel. D'autres parties sont restées en arrière, empâtées, roulées et laminées avec le Flysch de la zone interne (Niesen). L'épaisseur de ce dernier s'explique en bonne partie par des replis et des dédoublements, comme, par exemple, aux Ormonts. Une traînée de lambeaux, ayant le facies des terrains mésozoïque de la zone des Voirons Gurnigel, doit marquer la *surface de glissement* entre les deux bords N et S de la nappe des Préalpes. Le lambeau de Crétacique supérieur du Mont-Barry en est un exemple.

Une autre coïncidence qui appuie bien ce mécanisme est précisément le fait de la différence d'âge des terrains qui composent les lambeaux secondaires de ces deux zones. La zone des cols offre *surtout* les assises du Trias au Dogger et rarement du Crétacique ; en effet, c'est *par sa base* que la nappe a dû abandonner ces lambeaux, au moment de son arrivée sur le bord des Alpes, en buttant contre l'accumulation de Flysch. Le reste, soit les couches supérieures, du Malm au Crétacique supérieur, ont seules continué le voyage vers le N, enveloppées dans le Flysch pour constituer, avec le Flysch, la zone extérieure des Voirons-Gurnigel.

Nous voici arrivé au bout de l'analyse tectonique des Préalpes proprement dites; je suis resté dans les généralités et ne me suis servi que des arguments les plus sûrs et les plus faciles à constater.

Les travaux et études futurs révèleront encore d'autres preuves, qui toutes concourront, je n'ai nul doute, à démontrer encore mieux la réalité des faits que j'ai avancés.

Il nous reste, pour compléter la démonstration, à examiner encore la situation de la Brèche jurassique.

La région de la Brèche de la Hornfluh et du Chablais.

Si l'on peut parler au point de vue tectonique d'une région de la *Brèche du Chablais*, où ce terrain occupe, en une seule masse, une étendue mesurant près de 30 kilomètres de longueur sur une largeur de plus de 12 kilomètres, il n'en est pas de même

dans la région au N.E. du Rhône, où la brèche équivalente de la Hornfluh ne présente qu'une série de lambeaux disséminés et situés dans des positions fort compliquées. Il n'en est pas moins certain que les lambeaux de brèche jurassique de la région de la Hornfluh formaient primitivement une seule masse, une seule nappe superposée à la zone interne des chaînes calcaires ou sur le Flysch de la zone du Niesen ; il est en outre fort probable que cette nappe de la Hornfluh ne formait qu'un avec celle du Chablais, au moment de son arrivée sur le bord des Alpes.

La situation anormale des lambeaux de brèche dans les Préalpes au N.E. du Rhône est aussi évidente, plus évidente même que celle de la masse de brèche en Chablais. C'est le mérite de M. Lugeon d'avoir montré par de patientes recherches et ensuite d'un travail cartographique détaillé que cette brèche est vraiment jurassique et qu'elle paraît se déverser de toute part sur le Flysch, d'où il avait conclu primitivement à un pli en champignon, anticlinal ovalaire à déversement périphérique.

Commençant ses études en venant du côté du S.W., il devait conclure ainsi, malgré la richesse et la multiplicité de ses observations. J'avais, de mon côté, toujours vu la brèche de la Hornfluh *superposée au Flysch et au crétacique rouge*, et j'avais pour ce motif classé ce terrain, pendant longtemps, dans le tertiaire. Sur le bord N.E. de la région du Chablais, la Brèche repose aussi très visiblement sur le Flysch, sans aucune apparence de pli déversé ou couché ; je dus donc conclure de même aussi pour cette région ; d'autant plus que cette masse occupe là une position qui rappelle, au point de vue topographique, la situation en forme de bateau du Flysch du Niesen [1].

On a vu qu'il a suffi d'un instant de réflexion après que je me fus convaincu de l'âge jurassique de ce terrain pour m'assurer de sa position anormale, en recouvrement, sur les terrains tertiaires qui s'enfoncent au-dessous. Cela m'était d'autant plus facile que les lambeaux de brèche de la Hornfluh sont dans des positions telles que l'on ne peut, *en aucun cas*, songer à y voir des plis en champignon.

[1] Cette circonstance tectonique, jointe à la structure bréchiforme, avait déjà suggéré à Studer la pensée que la brèche du Chablais devait être un équivalent du Flysch du Niesen. Ce raisonnement ne peut pas être incriminé, d'autant moins que la seule chose qui est étonnante chez cette formation bréchiforme, c'est l'absence de roches cristallines, comme celles de la brèche du Flysch des Ormonts.

Il est certain pour moi que *la Brèche du Chablais repose partout avec son soubassement triasique* (localement de Permien ou de Carbonifère) sur le Flysch et sur les replis des Préalpes de la zone des chaînes calcaires. Elle cache, en particulier, le bord interne de cette nappe, entre le col de Morgins et le Giffre.

La disposition actuelle repliée et contournée sur ses bords est en bonne partie le résultat de plissements subséquents à son arrivée sur le bord des Alpes et au-dessus des Préalpes.

Les lambeaux les plus rapprochés de Brèche de la Hornfluh sont distants du bord N.E. de la nappe de Brèche du Chablais de près de 30 kilomètres. C'est entre le **Rubli** et la **Gummfluh**, dans un synclinal des plus manifestes, que se montre une première bande de calcaire-brèche. Il forme la pointe de la Videman et repose sur des calcaires cristallins et ceux-ci sur des Schistes à *Bactryllium striolatum* appartenant au Rhétien. Celui-ci est séparé des couches rouges crétaciques, adossées contre le Malm de la Gummfluh, par un massif de calcaire dolomitique et de la cornieule. La surface du crétacique au contact de la cornieule paraît avoir été le siège de glissements très énergiques. (Voir Profil II.)

Cette bande de brèche se lie à celle du massif de la Hornfluh, où elle forme, sur la nappe normale des Préalpes, et séparée de celle-ci par du Flysch et des couches rouges, une véritable calotte dont les lambeaux du Kummigalm, du Muntigalm et du Niederhorn, au N.E. des Spielgärten, sont la dernière apparition.

Une seconde zone apparaît au N.W. du Rubli, séparée de la précédente par l'anticlinal chevauché de l'arête du Rubli. Elle constitue l'arête du Cananéen, de la Côte aux Rayes et du Vanel sur Rougemont. Ici encore nous avons affaire au remplissage d'un synclinal crétacique. En effet, le Crétacique, adossé contre le Malm du chaînon du Rubli, *passe au-dessous* de la Brèche et reparaît de l'autre côté, avec un plongement inverse, dans l'anticlinal de Raveyres-Vanel. J'ai d'ailleurs constaté, en 1882, entre le Crétacique et la Brèche, du Flysch avec fucoïdes, et comme la brèche ne repose pas ici sur du calcaire dolomitique et du Rhétien, cette constatation devait alors paraître péremptoire pour considérer la brèche comme éocène.

Les profils montrent d'ailleurs avec évidence cette situation plus que surprenante. L'âge jurassique de cette Brèche est attesté par la présence, à sa base, du Rhétien et du Trias, dans la

zone entre le Rubli et la Gummfluh, d'où résulte que ces affleurements ne peuvent être que des lambeaux de recouvrement provenant d'une nappe bien plus étendue. J'ai constaté un lambeau de brèche d'une dizaine de mètres de longueur, près des chalets de la Braye, à 3 km. au S.W. de Cananéen; c'est l'extrémité la plus méridionale de cette zone. Ce petit affleurement montre que la Brèche s'étendait jadis non seulement plus au S.W., mais aussi plus au N.W., mais qu'elle fut réduite par l'érosion aux zones et lambeaux synclinaux mentionnés. Dans la direction du N.E., la zone de la Videman-Hornfluh-Niederhorn se relie à celle du Cananéen-Vanel par suite de l'abaissement de l'anticlinal du Rubli. La Brèche constitue ainsi entre le Muntigalm et le Bäret, au S. de Weissenbach, un fond de bateau, rappelant quelque peu la situation de la Brèche en Chablais. Mais déjà au N. de Weissenbach la nappe de brèche s'arrête.

J'ai constaté très positivement qu'au Muntigalm et au Kummigalm, la Brèche, ayant du Trias à sa base, repose sur le Flysch; le Lias qui se trouve indiqué là, au-dessous de la Brèche, est du Flysch tout à fait typique, mais appartenant à un facies différent de celui qui entoure les Préalpes ; il en sera question plus loin.

Contrairement à ce qui a lieu en Chablais, la formation de la Brèche ne dépasse pas la zone interne des Préalpes. Elle se trouve, avec sa base triasique, invariablement superposée aux Préalpes avec couches à Mytilus, souvent parallèlement aux strates de celles-ci et en épousant tous les contours de leurs plis; une faible épaisseur seulement de Flysch schisteux sépare la nappe de Brèche du crétacique et du Malm des Préalpes.

La différence entre la région de la Brèche de la Hornfluh et celle du Ch blais est celle-ci : En Chablais, la nappe de Brèche jurassique a conservé son intégrité, après sa superposition aux Préalpes de la zone Sud des chaînes calcaires et n'a pas suivi le plissement de celles-ci : elle est d'ailleurs à cheval sur les Préalpes et sur la grande zone interne de Flysch. Dans la région de la Hornfluh, par contre, la nappe de Brèche fut poussée entièrement sur la région des chaînes calcaires, probablement par suite de la grande épaisseur du Flysch du Niesen. Etant probablement moins épaisse ici qu'en Chablais, elle fut plissée ensuite avec la nappe sousjacente des Préalpes, et les bandes isolées les unes des autres par les anticlinaux furent resserrées dans les synclinaux ; avec le Flysch l'érosion a finalement morcelé ces

zones synclinales en lambeaux souvent fort réduits, sauf aux environs de Zweisimmen, où la brèche atteint une assez grande extension.

La région de la Brèche de la Hornfluh est encore à soumettre à une revision complète, étant donné que les levés de Gilliéron et d'Ischer ne concordent pas. Ce travail, qui fait partie de ma tâche à entreprendre dans le courant des années prochaines, amènera sans doute nombre de documents nouveaux. Ce que j'en ai vu jusqu'ici m'a suffisamment éclairé pour affirmer, bien positivement, l'identité de cette brèche et de celle du Chablais et sa superposition constante au Crétacique et au Flysch.

En résumé, on peut affirmer aujourd'hui, sans crainte de tomber à faux, qu'un puits foré dans la région du Simmenthal, où existe la brèche de la Hornfluh, traverserait successivement deux nappes anormales superposées, avant d'atteindre la série normale à facies helvétique.

Cette succession serait la suivante :

Flysch.
Brèche de la Hornfluh.
Lias.
Rhétien.
Trias (Rhétien dolomie, cornieule et gypse).
——— Contact anormal.
Flysch.
Couches rouges (et Néocomien).
Malm.
Dogger.
Lias.
Trias (Rhétien dolomie, calcaire noir, cornieule), et
Gypse (lambeaux de Permien et Houiller).
——— Contact anormal.
Flysch.
Nummulitique (?).
Urgonien.
Néocomien (Hauterivien et Valangien).
Malm.
Dogger.
Lias.
Trias (Rhétien dolomie, gypse, quartzites).
Schistes cristallins.

L'expérience serait certainement intéressante, mais malheu-

reusement coûteuse, car il faudrait s'enfoncer à 1500-2000 m. environ.

C. Le flysch et ses brèches et conglomérats.

Les Préalpes sont bordées de deux grandes zones de Flysch, la zone extérieure, allant des *Voirons* par le *Niremont* et la *Berra* au *Gurnigel* et la grande zone interne du *Niesen* et des *Ormonts*, qui se retrouve de l'autre côté du Rhône, sous une forme moins importante, dans la zone du val d'Illiez-col de Couz-la Golèze.

Ces deux zones de Flysch ne sont pas les seules, car les synclinaux compris entre les plis de terrains secondaires des Préalpes renferment aussi des terrains tertiaires appartenant au facies du Flysch. Les deux grandes zones de Flysch, celle des Voirons-Gurnigel et celle du Niesen, ont une importance particulière parce que ce Flysch forme le substratum constant de la nappe des Préalpes et j'admets d'emblée *qu'elles n'ont dû former primitivement qu'une seule masse*, qui fut divisée au moment de l'arrivée de la nappe de charriage sur le bord des Alpes. Une partie fut poussée vers le N., avec les lames de sédiments secondaires que nous connaissons et constitua la zone Voirons-Niremont-Gurnigel. L'autre resta en arrière avec une partie du front et de la base de la nappe de charriage. C'est la masse de Flysch du Niesen avec la zone des cols.

De fait, bien que très réduit en épaisseur, le Flysch du Niesen doit passer sous la nappe des Préalpes pour aller rejoindre celui des Voirons. Les deux zones ne sont que des accumulations de la même nappe de Flysch. La zone extérieure a été accumulée par la propulsion de la nappe de charriage et la résistance des terrains miocènes; la zone interne par la poussée des plis des Hautes Alpes.

Cette hypothèse est appuyée par la grande ressemblance du Flysch des deux régions. Dans la région du Niremont, au Gurnigel, comme au Niesen et surtout aux Ormonts, se retrouvent les brèches à éléments anguleux, si bien connus. La zone des Voirons est sans contredit un équivalent de la zone du Niremont, bien qu'offrant des roches détritiques différentes. D'autre part, les zones de Flysch du Niesen et du Gurnigel réunies vont constituer, sans contredit, le remplissage du vaste synclinal de Habkern-Sarnen, où les brèches à gros matériaux sont si répandues. Une continuation plus lointaine est sans doute la zone

qui se poursuit dans le même synclinal par Schwytz, le Wäggithal et le Toggenbourg jusqu'à Gams et même dans le Vorarlberg; cette zone de Flysch est invariablement jalonnée par des brèches, des blocs exotiques et des klippes. Le même fait se retrouve au S.W. du Chablais, où le Flysch du synclinal du Reposoir-Seraval est l'équivalent de celui de Habkern-Gams.

En réunissant en une seule zone les diverses bandes de Flysch avec brèches à gros matériaux, en partie exotiques, je suis évidemment en opposition avec les conclusions de M. Charles Sarasin, qui voit dans les blocs exotiques des Gets la preuve de l'existence d'un massif cristallin, prolongement de celui de Belledonne, dont une ramification irait même jusqu'aux Fénils sur Rougemont. Les brèches du Flysch du Niesen et des Ormonts proviendraient du versant N. du Mont-Blanc, tandis que les brèches et blocs exotiques de Habkern, du Gurnigel et même des Voirons proviendraient, par des courants ou des glaciers, du versant S. des Alpes (Predazzo-Baveno). A la suite de cela, M Sarasin me reproche d'avoir assimilé comme lambeaux de recouvrement des choses fort différentes; lesquelles? je me le demande. Il me semble, au contraire, que M. Sarasin pèche par la faute contraire; il diversifie ce qui n'est qu'un phénomène unique. Je ne saurais comment les blocs des Voirons et du mont Vouant puissent provenir de Predazzo-Baveno, ceux des Ormonts de la zone du Mont-Blanc, alors qu'entre deux existerait le massif de Belledonne?

Ce qui fait justement la valeur de ma théorie, c'est qu'elle explique, par un *seul phénomène,* toutes les énigmes les plus variées en apparence qui se rattachent à la géologie du versant N. des Alpes.

Dans sa masse principale, le Flysch des deux grandes zones des Préalpes, comme aussi de ses continuations N.E. et S.W. offre, au point de vue pétrographique, des roches détriques à éléments essentiellement peu volumineux: marnes, schistes argilo-calcaires, grès plus ou moins grossiers, dont l'apport pourrait facilement s'expliquer par des courants marins ou des cours d'eau se déversant dans la mer du Flysch. C'est en immense épaisseur qu'alternent au Niremont, à la Berra, au Gurnigel et dans le synclinal de Sarnen, les grès à matériaux fins, les marnes, schistes et calcaires argileux. Il n'en est pas de même des *brèches à gros éléments*, qui apparaissent assez localement ou par traînées au milieu du Flysch, avec des caractères tout à fait

locaux, soit par leur situation, soit par leur composition pétrographique.

Comme l'a déjà fait remarquer Studer, les blocs de Habkern paraissent rayonner d'un point central, situé dans le haut du ravin du Lambach, où il supposait dans la profondeur un massif granitique. C'est dans les mêmes conditions, massés sur un petit espace ou limités dans un seul niveau, que nous trouvons les blocs et brèches exotiques au Gurnigel, à la Berra, au Niremont et surtout aux Voirons et au mont Vouant dont elles forment toute la partie supérieure. Ce même caractère se retrouve aux Ormonts par la restriction des brèches à gros éléments dans la région S.W. de la zone du Niesen, entre l'arête de l'Arnenhorn et le Chamossaire.

Il semblerait vraiment que nous soyons là en présence de *centres d'éruption*[1] de matériaux à gros volumes, parvenus dans la mer du Flysch après un très faible parcours.

En effet, la zone de Habkern est caractérisée par une variété de Granit à feldspath rose, associée toutefois à un Granit vert, qui se retrouvent les deux au Gurnigel.

Aux Ormonts et au Niesen, on retrouve, comme roche prédominante, un granite vert très semblable à la variété verte de Habkern. Enfin, aux Voirons et au mont Vouant, on trouve des Granits roses comme à Habkern et à la Berra, en outre des porphyres également roses. J'ai constaté aussi, dans toutes les localités, des porphyres granitiques (Granitporphyr) correspondant aux granites en question. Partout les roches cristallines de types granitiques sont accompagnées, comme on sait, de gneiss, schistes cristallins et de sédiments, dès le Carbonifère au Jurassique. Une étude détaillée et comparée des diverses régions amènera certainement des résultats très intéressants. Déjà le mémoire de M. Ch. Sarasin a montré nombre de faits importants au point de vue des analogies et des différences des roches cristallines entre les diverses régions. Toutefois, M. Sarasin ne paraît pas s'être rendu compte bien nettement de la tectonique des assises du Flysch. J'ai peine à m'expliquer la signification de ses replis du Flysch aux Ormonts (n° 41, fig. 1 et 2) et je ne comprend pas ce qu'il entend par Flysch supérieur et Flysch inférieur. Les plis qu'il dessine entre le Mont-d'Or (Durchaux) et le Meilleret sont absolument invraisemblables. Le

[1] Ce mot employé sans aucune pensée a une origine volcanique.

sommet du Meilleret est formé par de la brèche polygénique et les Chavonnes sont du Calcaire jurassique et non de la Brèche tertiaire. Au Niesen, il intervertit dans ses profils le rôle de ces deux Flysch; les Bandschifer sont, selon lui, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de l'assise de Brèche.

Pour nous rendre compte de l'origine du Flysch, il importe avant tout de trouver l'explication des *Brèches à gros matériaux.*

C'est ce qu'a senti Studer, c'est ce qu'ont cherché depuis lui tous ceux qui ont envisagé le problème.

Si aujourd'hui, grâce aux études pétrographiques (microscopiques et chimiques) de M. Sarasin, nous avons un point d'attache positif, montrant l'analogie, sinon l'identité, des roches granitiques du Flysch avec celles des massifs de Predazzo-Baveno sur le versant S. des Alpes, cela est loin de constituer une solution; j'avais moi-même déjà montré la similitude macroscopique des Granits verts des Ormonts et de ceux des massifs des Grisons, ainsi que la ressemblance du Granite du Habkern et de celui de Baveno (n° 16). J'avais été amené à supposer le transport de ces blocs par des glaciers[1].

L'examen de la *structure* de cette brèche, qui offre, en effet, sous plusieurs rapports de l'analogie avec la structure morainique, au moins de moraines sous-marines, ainsi que l'association des roches y contenues, nous conduira toutefois à une conclusion bien différente.

Le problème sera le même, qu'on s'adresse à l'un ou l'autre des gisements de brèche que nous avons cité.

Les brèches du Flysch à gros matériaux sont des agglomérations de débris de toute nature, dans lesquels les roches cristallines, granites, porphyres, gneiss, schistes cristallins, etc., frappent le plus, mais il y a en outre des débris sédimentaires de tout âge. Le caractère *exotique* a été attribué seulement aux roches cristallines, car les débris sédimentaires ressemblent absolument aux roches des chaînes préalpines.

Ces matériaux sont souvent visiblement roulés; mais localement ce sont des blocs absolument anguleux, aux angles à peine émoussés, et mesurant plusieurs mètres de dimension, qui sont amoncelés pêle-mêle, en forme d'une brèche gigantesque. Voilà ce que chacun peut constater aux Ormonts, au Niesen, au Gurnigel ou au mont Vouant.

[1] Voir n° 13, p. 28 et suiv., ainsi que n° 16, p. 208 et 209.

Ce qui paraît le plus frappant, c'est que ces débris, quel que soit leur volume, sont stratifiés et disposés en lits, séparés par des marnes schisteuses, dans lesquels on trouve ordinairement des *fucoïdes (Chondrites intricatus*, *Ch Targioni,* etc.) et des *Helminthoïdea labyrinthica,* attestant une sédimentation en eau tranquille. Cette circonstance m'avait fait exclure l'hypothèse du transport de ces débris par des courants marins ou fluviaux et pencher plutôt vers l'idée de glaciers continentaux, aboutissant à la mer du Flysch. La présence de grands blocs de Granite au milieu des marnes du Flysch paraissait surtout appuyer cette supposition.

D'autre part, on constate dans les brèches de toutes ces localités le fait absolument surprenant que les débris n'ont *subi aucun triage* d'après leur dureté. *Le charriage marin, fluvial, comme le transport glaciaire*, *ont comme conséquence que les débris les plus tendres sont réduits rapidement à l'état de limon fin et que les blocs de roches dures atteignent seuls des distances éloignées du point de départ.*

Or, on trouve dans les brèches du Flysch des schistes argileux extrêmement délitables, du Lias avec *Posidonomya Bronni*, des schistes non moins tendres du Carbonifère, avec empreintes de végétaux, à côté de blocs de granite et de gneiss les plus durs, le tout à l'état anguleux. Les débris dolomitiques très tendres du Trias sont même universellement répandus dans les brèches et grès grossiers du Flysch à côté de fragments d'un talcschiste verdâtre très tendre. Il faut donc exclure le transport lointain par charriage aquatique ou glaciaire.

Le triage de certains débris d'après leur composition (cantonnement des granites roses et verts), est un autre argument qui parle contre ce transport. Tout considéré, on pencherait plutôt, en examinant ces brèches, à voir le produit d'*éboulements* tombés dans la mer du Flysch. Mais cette explication est impossible, si nous admettons que les Préalpes forment un segment « in loco » de la zone bordière des Alpes calcaires, car des affleurements de roches cristallines de cette nature y sont absolument inconnus. On pourrait, comme j'ai essayé de le faire, trouver une explication en admettant que les Préalpes entre l'Aar et l'Arve reposent sur un socle cristallin que des chevauchements ont oblitéré après qu'il se fût affaisé considérablement[1]. Mais

[1] Voir n°s 22, 24 et 32.

cette explication devient absolument insoutenable lorsqu'on examine le problème dans la région des Alpes à facies helvétique, dans le synclinal du Habkern-Grabs et dans celui du Reposoir-Serraval (Alpes d'Annecy). Ici, ce ne sont pas seulement les roches cristallines, mais aussi les roches sédimentaires contenues dans les brèches du Flysch qui devraient êtres qualifiées d'exotiques. *Toute la composition du Flysch est d'ailleurs exotique.* Où chercher les traces d'un socle ancien au milieu de ce synclinal dont les couches, disposées en fond de bateau, sont absolument continues et se lient directement à celles des chaînes du même facies situées au N. comme au S. de lui-même. A cela s'ajoute encore la présence de masses énormes de sédiments étrangers à ces régions; des montagnes, soit des *blocs exotiques gigantesques,* mesurant plusieurs kilomètres de surface et formant des sommets s'élevant à plus de 1000 m. au-dessus du pays voisin. Ce sont les klippes autour desquelles se massent et s'accumulent surtout les brèches à matériaux exotiques et qui sont ordinairement accompagnées de tout un cortège de « blocs exotiques » de tout volume, formés soit de roches cristallines, soit de roches sédimentaires; parmi ces derniers, ce sont les couches rouges qui frappent le plus par leurs caractères si tranchés. — Il en sera question dans le prochain chapitre. — La discussion qui suivra permettra ensuite d'envisager nettement la vraie origine des brèches, du Flysch, des blocs exotiques et des klippes.

Le seul conglomérat ayant le caractère d'une formation côtière résultant d'un charriage fluvial, est le poudingue de la Mocausa qui se rencontre dans le Flysch entre la chaîne des Gastlose et celle du Vanil Noir et dans le Flysch du Rodomont (zone centrale). C'est vraiment un poudingue à galets roulés. Les matériaux « exotiques » y font d'ailleurs défaut. Il renferme essentiellement des roches calcaires (malm et néocomien) et d'innombrables rognons de silex provenant de ces mêmes terrains des chaînes voisines.

La nature des *autres zones de Flysch* ne demande qu'une mention générale, puisqu'elles n'entrent pas en considération directe dans la solution du problème.

Il y a, en effet, sur les terrains secondaires des Préalpes, recouvrant ordinairement le Crétacique supérieur, du Flysch qui ressemble au facies arénacé et vaseux de celui de la zone du Niesen, mais les bancs à matériaux grossiers lui font ordinaire-

ment défaut. Ce sont des schistes, des marnes, des grès toujours fins; dans les marnes, on trouve des *Fucoïdes* abondants, les mêmes que dans le Flysch du Niesen, et, plus rarement, aussi les *Helminthoïdes*. C'est avec ce caractère que nous trouvons le Flysch dans la zone synclinale d'*Allière-Montbovon-Estavanens*, puis dans le synclinal des *Agittes-Château-d'Œx-Jaun*, qui sépare la deuxième zone des Préalpes de la zone à couches à *Mytilus*.

Ici, on rencontre cependant une zone épaisse de 10-20 m. formée d'un véritable *poudingue* à galets roulés ressemblant à s'y méprendre au poudingue miocène. C'est le *poudingue de la Mocausa*, composé exclusivement de calcaires jurassiques et néocomiens de la chaîne du Vanil-Noir et surtout des rognons siliceux dont ces calcaires abondent. C'est une formation côtière, nullement comparable aux brèches du Niesen et du Gurnigel.

La zone médiane de Flysch remplissant le synclinal allant de la Braye à Erlenbach et qui comprend le Rodomont et le Hundrück paraît toutefois faire exception dans la région du Hundrück, où apparaissent des grès grossiers. La majeure partie de cette zone est essentiellement vaseuse; c'est aussi le cas du Flysch sur lequel reposent les lambeaux et klippes de la brèche de la Hornfluh; il est schisteux, puisque Ischer l'a colorié comme Lias.

Outre la répétition dans cette zone d'un banc de poudingue semblable à celui de la Mocausa, on trouve dans la partie supérieure, vis-à-vis du bord N de la formation bréchiforme de la Hornfluh, le *grès du Hundrück*, formation absolument semblable aux grès et conglomérats fins du Flysch du Niesen. La situation de cette formation, devant le bord de l'ancienne nappe de la Brèche de la Hornfluh a sa signification. Car c'est là aussi que nous trouvons les blocs exotiques de la vallée des Fénils (porphyrite) et des Mosses, de Gessenay (granite rose, cité par Studer). Dans la région du Chablais, on observe les mêmes caractères. Le Flysch superposé aux sédiments préalpins est vaseux, tandis que celui des bords externe et interne offre le facies bréchiforme à débris cristallins, bien que dans une proportion bien moindre dans la zone interne, celle du val d'Illiez. C'est aussi sur le bord de la zone de Brèche jurassique qu'apparaissent les blocs exotiques et les Klippes cristallines. Ceux qui sont superposés au massif de Brèche, plantés dans le Flysch recouvrant celui-ci, y ont été amenés, comme le pense M. Lugeon,

par suite d'un retroussement du Flysch, dans lequel la nappe de Brèche jurassique est venue s'enfoncer. Cette explication me paraît extrêmement probable. Le Grès du Hundrück peut donc s'expliquer de deux manières : ou bien il a été nourri par la nappe de recouvrement de la Brèche calcaire jurassique, comme le Flysch du Niesen et du Gurnigel l'a été par la grande nappe des Préalpes; ou bien c'est un paquet de Flysch du Niesen qui a été poussé devant la nappe de la Brèche calcaire. Je pencherais plutôt du côté de cette dernière alternative.

Les Klippes et blocs exotiques.

Brèches exotiques, blocs exotiques et klippes sont trois apparitions qu'il importe de pouvoir séparer au point de vue de leur genèse. Bien qu'on ne puisse pas refuser le nom de blocs exotiques aux fragments isolés résultant de la désagrégation de brèches exotiques du Flysch, les blocs exotiques proprement dits se rattachent plus étroitement au phénomène des klippes.

Les *Brèches du Flysch* doivent résulter, comme nous l'avons vu, des débris tombés, sous forme d'éboulements, dans la mer du Flysch. Ces nappes d'éboulement se sont stratifiées ensuite, comme cela se conçoit facilement et leur formation répétée donna naissance à des alternances de marnes à Fucoïdes et de couches de brèche. Je comprends encore dans cette même catégorie les marnes argileuses du Flysch, contenant des blocs et galets souvent anguleux ou arrondis, et qui sont disséminés dans la matière argileuse sans se toucher; c'est cette disposition, imitant la structure des moraines profondes, qui m'avait apparu primitivement comme un argument péremptoire pour l'hypothèse glaciaire. Elle s'explique par contre parfaitement par l'hypothèse d'éboulements successifs tombés dans la mer du Flysch.

Les blocs exotiques proprement dits, abstraction faite des blocs dégagés des brèches et marnes à blocs du Flysch (c'est le cas du plus grand nombre de ceux du Habkernthal, du Gurnigel, etc.) peuvent avoir une toute autre origine. Il n'ont le plus souvent pas été stratifiés dans les sédiments du Flysch et se lient très directement au phénomène des klippes, dont ils ne diffèrent d'ailleurs que par leurs dimensions plus petites. Leur situation les rapproche à tel point des klippes, que leur origine doit se rattacher au même phénomène qui a créé ces dernières. Gilliéron a d'ailleurs bien souvent remarqué, en décri-

vant les klippes de la zone de la Berra et du Gurnigel, que quelques klippes ne paraissaient être que des blocs exotiques. Le plus grand nombre des klippes de petite dimension rentrent dans cette catégorie.

Définissons d'abord ce que c'est qu'une klippe, abstraction faite de toute supposition relativement à leur genèse.

Les *klippes* les mieux connues depuis les études de Stutz (N° 21) et de Quereau (N° 40), sont celles qui se montrent de part et d'autre des lacs des Quatre-Cantons dans le synclinal de Sarnen-Brunnen-Iberg; en Savoie, Alph. Favre, Hollande, Maillard, et plus récemment, Haug et Lugeon, ont décrit en détail les klippes des Annes et du mont Sullens.

Dans la généralité des cas, ce sont des sédiments triasiques, jurassiques et crétaciques s'élevant en forme de massifs isolés sur un soubassement de Flysch, dont la surface couverte de végétation contraste — comme une mer de verdure — avec les formes abruptes et aiguës des klippes. Cette situation justifie amplement ce terme. Les sédiments des klippes, lorsque celles-ci sont quelque peu volumineuses, commencent ordinairement par du Trias, soit du gypse et des calcaires dolomitiques. Il y a souvent de la cornieule en grande épaisseur entre le gypse et le Flysch *qui supporte ostensiblement le Trias.* Sur le Trias suit toute la série que nous connaissons des Préalpes: Marnes rouges et vertes, Rhétien, Hettangien, Lias siliceux ou cristallin, schiste toarcien, Dogger à *Zoophycos*, Malm massif, localement coralligène (Tithonique), couches rouges crétaciques (au Mythen). Stutz relève très bien le caractère de ces massifs qu'il désigne de « Schollen ». Les failles et dispositions anormales qui entrecoupent les sédiments des plus grandes klippes montrent clairement que ces lambeaux ont été brisés et dénivelés. De plus, les plus grandes klippes telles que les Mythen, le Roggenstock, le Laucherenstöckli, le Buochserhorn, le Cleven, le Stanserhorn et le Giswylerstock, sont accompagnés de tout un contingent de klippes plus petites, passant graduellement aux dimensions ordinaires des blocs exotiques. Ces klippes manquent ordinairement du soubassement triasique; le Lias, le Dogger ou le Malm reposent directement sur le Flysch; ou bien ce sont des paquets de Crétacique rouge, — probablement aussi du Néocomien à Céphalopodes — qui se voient en forme de lambeaux appliqués sur le Flysch ou intercalés dans ce dernier.

Il faut donc séparer encore les klippes offrant une série plus

ou moins normale et complète de sédiments et qui *reposent sur le Flysch* de celles qui paraissent *enfoncées ou intercalées* dans ce terrain.

Les premières, qui sont représentées par les grandes klippes déjà citées, auxquelles il faut ajouter les deux klippes du mont de Sullens et des Annes, dans les Alpes d'Annecy, *formaient primitivement une seule masse, allant*, sans nul doute, *de la région d'Iberg jusqu'au Giswylerstock.* La ressemblance de leur facies et l'identité même de la succession de leurs assises ne laisse subsister aucun doute à cet égard. Cette circonstance n'a d'ailleurs nullement échappé aux observations de Stutz.

Si donc ces klippes formaient, d'Iberg jusqu'au Giswylerstock, une nappe continue, remplissant ce synclinal si régulier, *cette nappe devait nécessairement être partout superposée au Flysch, comme l'est aujourd'hui chaque klippe individuellement! Cette nappe reposait donc anormalement, avec du Trias à sa base, sur un terrain plus récent, le Flysch.* La même chose peut se dire du synclinal du Reposoir-Serraval qui est occupé par les deux îlots de Sullens et des Annes. Ces klippes sont les restes d'une nappe anormale, allant de la vallée de l'Arve jusqu'au SW d'Annecy.

Cette constatation nous rappelle d'une manière on ne peut plus incisive, la disposition de la nappe des Préalpes — supportant elle-même une seconde nappe, celle de la Brèche de la Hornfluh et du Chablais.

La situation de la masse totale des Préalpes, son contraste si frappant avec les chaînes à facies helvétique, et sa série stratigraphique si particulière, tout cela se retrouve identiquement dans chaque klippe et devait se retrouver dans la nappe dont les grandes klippes sont des témoins plus qu'éloquents. *Ces faits ne sont-ils pas suffisamment convaincants pour nous imposer la supposition que la nappe des Préalpes se continuait autrefois par-dessus l'emplacement du lac de Thoune et la chaîne du Rothhorn, allant joindre directement la nappe aujourd'hui morcelée du synclinal Sarnen-Iberg?* Le doute n'est guère possible, me semble-t-il. Depuis cinq ans que j'ai conçu nettement cette interprétation des faits, je n'en ai plus ressenti l'ombre d'un doute! *De même la nappe des Préalpes devait au SE du Chablais se prolonger jusqu'au delà d'Annecy par-dessus les Alpes du Reposoir-Serraval.*

La nappe de recouvrement en question ne devait pas être li-

mitée uniquement sur la largeur des synclinaux où existent les klippes. Elle devait avoir là une largeur égale, sinon supérieure, à celle des Préalpes entre l'Arve et l'Aar. Celles-ci n'ont plus d'ailleurs qu'une partie de leur largeur primitive; et, à supposer même que ce fut là, entre l'Arve et l'Aar, que la largeur fut la plus grande, cette nappe devait avoir encore une assez grande largeur au NE et au SW de ces deux vallées transversales. Cela est attesté par la présence, au N des Ralligstöcke et du Sigriswylergrat (chaîne du Pilate), de plusieurs lambeaux de terrain à facies des Préalpes. Il y a là, pincés sous le petit recouvrement des Ralligstöcke, entre le Miocène et le Néocomien helvétique, et associés à du Flysch, des lambeaux de couches rouges, du Néocomien à Céphalopodes, Malm, Lias supérieur, moyen (calc. cristallin) et inférieur, puis de Rhétien. Ces klippes appartiennent au second type, dont il va être question : elles attestent péremptoirement que le nappe des klippes s'étendait jadis par-dessus la chaîne du Pilate jusqu'au bord du plateau miocène comme le fait encore aujourd'hui la nappe des Préalpes. Mais il y a plus :

En suivant le synclinal du Flysch qui sert aujourd'hui de réceptable aux klippes, on est conduit dans le **Vorarlberg**, toujours guidé par des blocs exotiques, des klippes et des brèches du Flysch. Ici le Flysch, avec ses brèches, se prolonge au S de Feldkirch, sous la masse de recouvrement triasique et liasique du Rhæticon.

La brèche polygénique du **Falknis**, décrite par Tarnuzzer comme terrain jurassique, n'est autre chose que notre brèche polygénique éocène! Une bande de Flysch et de Crétacique en partie à facies helvétique s'introduit d'ailleurs sous la nappe du Rhæticon en passant au pied du Sesaplana et de la Sulzfluh jusqu'à Klosters, au fond du Prätigau. *Le Rhæticon est ainsi facile à caractériser comme une plaque de recouvrement*, reposant sur le Tertiaire et le Crétacique qui l'entourent de trois côtés.

Voici un nouveau point d'attache qui nous permet de supposer que la nappe des klippes, que nous avons arrêtée provisoirement à Iberg, se continuait réellement plus au NE et allait jadis se souder à la plaque du Rhæticon, en passant au-dessus des plis couchés des Alpes glaronnaises. Il y a là sans doute un saut plus grand que celui qui nous a permis de rallier la nappe des klippes à celle des Préalpes du Stockhorn et celle du Chablais

aux klippes des Annes et de Sullens. Nous n'avons comme argument pour nous guider que la zone de Flysch de Iberg-Toggenburg-Grabs-Feldkirch, jalonnée de blocs exotiques, de petites klippes et de brèches. Mais cela ne suffit-il pas? Cette zone de klippes et de blocs exotiques n'est-elle pas une et continue, dès le mont Sullens, dans les Alpes d'Annecy, jusqu'au Rhin et n'accompagne-t-elle pas invariablement la nappe des Préalpes sur ses deux bords? Ce fait me paraît un témoin trop sûr pour qu'il soit possible d'en douter. D'ailleurs, stratigraphiquement, les Préalpes offrent un facies intermédiaire entre le facies austroalpin (Rhæticon) et le facies provençal.

Quereau a relevé de même, que les klippes et zones de blocs exotiques étudiées par lui offraient des facies qui se rapprochent graduellement de celui des Préalpes, lorsqu'on les suit du côté du SW et que du côté du NE le caractère austroalpin devient de plus en plus manifeste.

Voilà donc ce que peut nous apprendre l'examen serré des klippes et des régions intermédiaires jalonnées de blocs exotiques.

Les blocs exotiques doivent être considérés d'ailleurs comme des débris de klippes, détachés de celles-ci pendant le démantèlement de la nappe primitivement continue. Beaucoup d'entre eux sont comme empâtés ou enveloppés dans le Flysch et se rapprochent des klippes du second type. La situation et l'origine de celles-ci s'explique facilement par les effets tectoniques qui ont dû accompagner le déplacement de la nappe des klippes. Sa situation avant son démantèlement a été le résultat d'un glissement, le même que celui qui a jeté la nappe des Préalpes dans sa position actuelle; pendant ce mouvement, des masses importantes de terrain ont été détachées du bord de la nappe en mouvement et ont été empâtées dans le Flysch qui fut, de plus, refoulé; en sorte que nombre de ces lambeaux, même de très grands, furent littéralement *enveloppés* et *roulés dans le Flysch*, ainsi que je l'ai décrit à propos de la zone des cols et de la zone extérieure du Flysch des Préalpes.

Pour être clair sur ce point, on pourrait appeler les premières, les grandes klippes, *ilots ou klippes de recouvrements; ce sont les témoins d'une ancienne nappe continue;* les autres pourraient s'appeler *klippes de refoulement.* Il faut ranger dans cette catégorie la klippe du Rothspitz, les innombrables petites klippes de couches rouges que l'on suit dans le Flysch du syn-

clinal du Habkern-Sarnen, celles de Ralligen, ainsi que celles des environs d'Iberg; le lambeau de gypse de Habkern[1] est sans doute dans le même cas.

Enfin, les grands blocs exotiques cristallins du plateau des Gets, mesurant plusieurs centaines de mètres de longueur, le bloc des Fénils (Griesbachthal), les masses de porphyrite d'Iberg broyées avec des couches rouges sans aucun phénomène de métamorphisme de contact, rentrent tous dans la catégorie des klippes de refoulement. Ce sont des paquets de terrains cristallins entraînés par la nappe de charriage et qui ont été pris dans le Flysch refoulé devant et au-dessous de celle-ci, puis enveloppés et enroulés littéralement dans ce terrain. Les grandes lames de sédiments, enveloppées dans le Flysch de la zone du Gurnigel et des cols ne sont, de même, autre chose que des klippes de refoulement. Nombre de blocs exotiques rentrent dans cette catégorie.

D'autres blocs exotiques résultent de la désagrégation de brèches ou de Marnes à blocs du Flysch (Habkern). Tandis que *brèches du Flysch*, *ilots exotiques* et *klippes de refoulement* sont faciles à séparer, les *blocs exotiques* peuvent résulter de chacun de ces trois phénomènes, sans qu'il soit toujours possible de dire lequel.

Impossible de citer ici tous les arguments qui attestent la relation supposée entre la nappe des Préalpes, l'ancienne nappe des klippes et la masse de recouvrement du Rhæticon. J'ai indiqué cette solution pour la première fois en 1893; les arguments nouveaux n'ont fait que me fortifier davantage dans cette manière de voir. Des recherches détaillées seraient nécessaires, surtout dans la vallée du Prätigau, autour du massif du Rhæticon. La complication doit être extrême dans cette région où les terrains cristallins (le massif de Silvretta), les Schistes lustrés (Flysch?) et les sédiments à facies helvétique accompagnés de brèches polygéniques, identiques à celles des Ormonts et du Niesen, sont surmontés d'une masse triasique à facies austro-alpin. — Des études dans la zone comprise entre le lac de Thoune et le lac des Quatre-Cantons amèneront sans doute encore de nouveaux documents. Car il y a là peut-être des témoins, soit des lambeaux restés en arrière (des retardataires) de la nappe

[1] Ce gypse figure déjà sur la carte de Rutimeyer, publiée en 1850 (voir n° 4).

des Préalpes et des klippes. Les travaux publiés jusqu'ici sur cette région ne permettent pas de s'en rendre compte.

L'étude détaillée des klippes de Schwytz et d'Unterwalden que poursuit actuellement M. Tobler, devrait être complétée par des recherches dans la région à facies helvétique située au S. Si l'on n'y découvre pas des lambeaux plus ou moins étendus du facies des Préalpes, au moins y aura-t il lieu d'y constater la présence du grand pli glaronnais, si nettement indiqué par la zone du Flysch allant d'Altdorf jusqu'à la Scheidegg.

Résumé et conclusions.

L'examen de la carte géologique de la Suisse, surtout de la carte au 1 : 50 000 de Heim et Schmidt, montre avec évidence la situation étrange des Préalpes et des principales klippes ou îlots jurassiques et triasiques au NE et au SW de cette région.

Proéminant de près de 20 kilomètres sur le bord normal des Alpes, indiqué par la jonction des plis à facies helvétique des Alpes d'Annecy et d'Unterwalden, entre Bonneville et Ralligen, cette région est, comme nous l'avons démontré, superposée par son terrain le plus ancien, en position anormale sur le Flysch. Sous ce Flysch s'enfoncent, au NE, au SE et au SW, les plis à facies helvétique. Les sédiments de cette région offrent un contraste frappant avec les terrains de même âge de leur entourage. Ils offrent par contre une affinité plus qu'évidente avec ceux des klippes des Alpes d'Annecy et d'Unterwald. Par une transition graduelle, le facies des klippes se rapproche de celui des Alpes orientales. Cette circonstance indique clairement que les klippes d'Annecy, les Préalpes, les Klippes d'Unterwald et de Schwytz ne formaient primitivement, avec le massif du Rhaeticon, qu'une seule nappe en superposition anormale sur la région à facies helvétique (Alpes d'Annecy, d'Unterwald et glaronnaises).

Dans la partie médiane des Préalpes se trouve une seconde nappe, celle de la Brèche jurassique, superposée aux Préalpes ou à cheval sur la zone sud, et sur la zone interne du Flysch.

Cette situation est évidente et a motivé les postulats que l'on connaît (page 159).

Puisque Préalpes, klippes, nappes et klippes de Brèche de la Hornfluh et du Chablais sont en position anormale sur le Flysch, ces terrains doivent avoir glissé dans leur position actuelle.

Ce n'est pas un pli couché qui peut être considéré comme l'origine de ce recouvrement, c'est un complexe de terrains ayant du Trias et d'autres terrains à sa base, qui est venu d'une région lointaine s'échoir dans sa position actuelle. Cette région ne peut être située ailleurs que dans la zone centrale ou méridionale des Alpes, cela est démontré par la présence dans cette direction :

1. De presque tous les terrains sédimentaires des Préalpes ;
2. De toutes les roches cristallines dites exotiques ;
3. Par la tectonique des Préalpes et des klippes accusant partout un mouvement vers le N ;
4. Par l'accumulation de blocs exotiques dans le Flysch au N du front des klippes et de la nappe de recouvrement ;
5. Par l'absence *in-situ* au N des Alpes de tout terrain identique ou seulement semblable aux sédiments ou aux roches cristallines contenues dans les Préalpes ou dans le Flysch.

L'hypothèse de Studer, appliquée aux Alpes bavaroises par Gümbel et adoptée par Quereau, Steinmann et Schmidt pour la région des klippes, n'a donc pas sa raison d'être ; rien, absolument rien ne peut justifier la supposition de la chaîne vindélicienne sous le Miocène du plateau suisse ou bavarois.

Je ne puis mieux faire qu'en exposant ici les phénomènes qui doivent s'être déroulés depuis le départ de la nappe de recouvrement jusqu'à l'époque actuelle. Ce sera bien théorique et hypothétique, j'en conviens, et l'imagination y aura une large part. Mais l'imagination doit-elle être entièrement bannie de la Science ? Je pense au contraire qu'elle y a bien sa raison d'être, *lorsqu'elle est basée sur une suite d'observations concrètes et bien constatées*, qui lui donnent un point d'appui solide.

La nappe préalpine dans sa situation primitive au centre des Alpes.

Le premier mouvement de la nappe formant actuellement les Préalpes et les klippes, doit dater de la fin de l'époque éocène. Avant cette époque, cette région formait deux larges zones de terrains secondaires, posées sur la partie centrale des Alpes, que baignait encore la mer éocène. Ces deux zones, qui restèrent probablement exondées pendant l'époque éocène, correspondent : la première, située au N, au facies des *Préalpes proprement dites ;* la seconde au facies de *la brèche calcaire*, séparées l'une de l'autre par un haut fond ou *chaîne d'îlots triasiques ;* la même

zone d'ilots qui doit avoir alimenté la formation de la Brèche jurassique et sur le versant N de laquelle s'était formé le facies bathonien à Mytilus.

Dans cette situation, la nappe préalpine n'avait rien d'anormal; au Nord, elle passait peut-être insensiblement au facies helvétique, si elle n'en était pas séparée localement par un haut fond. A l'Est, elle se liait au facies austro-alpin, avec lequel elle a plus d'une affinité; au SW, sa jonction avec le facies provençal également méditerranéen est probable, de même que sa continuité au SE avec les sédiments des Alpes calcaires de la zone lombarde, qui appartiennent également au facies méditerranéen. Il est probable que la formation de la brèche jurassique passait vers le SE à un facies normal. Cette formation ne représente d'ailleurs qu'un facies local du jurassique. Rien d'anormal n'interrompait alors le bassin de l'Europe centrale, comprenant le Jura et les Alpes du versant Nord.

Le mouvement vers le Nord.

Cette zone sédimentaire devait occuper une position au Sud d'une ligne, allant du Silvretta par le Piz Linard, le Tambo, le Simplon, la Dent Blanche à la zone du Briançonnais. Il est même possible que sa position ait été encore plus au Sud.

A la fin de la sédimentation nummulitique, au début de l'époque oligocène, les dislocations intenses des Alpes centrales produisirent un bourrelet à forte pente; c'est alors que se développèrent les plis couchés et les chevauchements profonds du massif du Simplon (voir les profils de Schmidt et moi, dans n°s 44 et 45.) Ce n'est pas seulement dans le massif du Simplon que de tels plis existent, mais il est bien probable que le Dôme du Mont-Rose et celui de l'Adula ne soient que le dos d'un lacet couché ou chevauchement analogue à celui du Gneiss d'Antigorio. De telles constatations sont de nature à jeter une vive lumière sur les dislocations formidables dont les couches profondes de l'écorce terrestre ont été le siège dans la seconde moitié de l'époque tertiaire, ou même avant. On conçoit facilement l'énorme refoulement qui devait se produire dans la nappe sédimentaire superposée aux roches primitives.

Après la formation d'un pli-faille ou d'un simple chevauchement sans pli, la nappe préalpine, primitivement connexe ou non, avec le facies helvétique situé au Nord, s'est déplacée vers le Nord, en glissant sur son soubassement triasique, entraînant et

en poussant surtout devant elle, des masses considérables de terrains cristallins arrachés des massifs cristallins placés sur son passage.

C'est lentement que ce mouvement a dû se produire, car on ne constate aucun phénomène de métamorphisme dû à des dégagements de chaleur, ce qui n'aurait pas manqué d'avoir lieu en cas de mouvement rapide.

De plus, il est évident que le bord de la nappe de charriage a dû plonger dans la mer du Flysch; cette circonstance a dû faciliter singulièrement le mouvement *qui s'accomplissait surtout sur les gypses et dolomies triturés du Trias* ainsi que sur les *schistes liasiques* et *crétaciques*, entraînés sous la nappe en mouvement. Les sédiments argileux, fraîchement formés, du Flysch, ont sans doute aussi contribué à faciliter ce mouvement horizontal.

Le mouvement vers le Nord a été continué, comme cela se comprend, par la poussée continuelle des plis profonds s'entassant et provoquant un talus de forte pente qui allait en se déplaçant vers le Nord, puisque le plissement profond, comme le plissement superficiel, doivent avoir marché symétriquement du centre des Alpes vers le N et le S.

La nappe de charriage a ainsi dû se déplacer par-dessus la zone à facies helvétique et par-dessus les massifs cristallins du St-Gothard, de l'Ofenhorn, du Finsteraarhorn et du Mont-Blanc-Belledonne. La forme des plis des Alpes à facies helvétique, qui contraste d'une manière si frappante avec les dislocations toutes autres des Préalpes, atteste que ces plissements se sont faits dans des conditions bien différentes. Là des lacets couchés, déjetés et culbutés vers le Nord, ayant souvent la charnière anticlinale plus basse que la racine du pli (Dents du Midi, paroi de l'Oldenhorn, etc.), ici des anticlinaux réguliers comparables à ceux du Jura, compliqués seulement par des chevauchements de 2 à 3 kilomètres. *Les plis visibles dans les Préalpes se sont accomplis sans surcharge, tandis que ceux du facies helvétique se sont développés sous l'énorme pression que représentait la nappe de charriage passant au-dessus.* Les lacets couchés visibles sous la nappe de Treveneusaz (voir le profil I) ont été couchés et ployés vers le N par ce mouvement. L'étude et la comparaison des deux profils que je donne sur la planche accompagnant cette note en dit plus long que nombre de pages de description. J'y ai mis tout ce que nous connaissons *actuellement* au sujet du problème. Le lecteur se rendra compte faci-

lement du mécanisme et des mouvements qu'il faut supposer pour s'expliquer la situation actuelle de cette nappe. Le contraste de la structure tectonique des deux régions si voisines en ressort à première vue et l'on comprendra que cette nappe préalpine a été disloquée d'une manière toute autre que la région aux longs lacets étirés qui suit au Sud.

L'origine des Brèches du Flysch.

Au déplacement de la nappe préalpine vers le Nord se rattache le phénomène de la formation du Flysch. Nous avons vu précédemment que les masses énormes de Flysch à gros matériaux et les blocs exotiques *accompagnent invariablement le bord de la nappe de recouvrement des Préalpes;* qu'ils hantent les environs des klippes et que, dès que l'on s'en éloigne, le Flysch reprend son facies vaseux. Nous avons constaté, en outre, que les brèches du Flysch portent en tout point le caractère de *masses éboulées* dans la mer du Flysch et que, d'autre part l'origine de leurs matériaux cristallins doit être lointaine, deux antithèses qui s'expliquent si l'on songe que c'est dans la mer du Flysch que la nappe préalpine s'est enfoncée. Là, elle nourrissait de ses débris les brèches à gros éléments, comme aussi les grès plus fins. Nombre d'éboulements se détachèrent de la ligne frontale sur toute la longueur; ils fournirent les amas de blocs de tout âge et de toute nature; ainsi s'explique encore la présence de roches très dures à côté de débris extrêmement tendres. Comme les massifs cristallins, dont des parties saillantes furent entraînées sur le passage de la nappe, avaient chacun un certain caractère pétrographique propre, les amas de blocs offrent certaines différences quant à la nature des débris cristallins qui s'y rencontrent.

Est-ce bien la vraie solution du problème que Studer avait posé il y a plus de 70 ans? Il me semble qu'il est difficile d'en douter, car toutes les complications sont explicables. Les blocs sont originaires d'un pays lointain; ils sont exotiques, mais leur transport s'est fait en masse, par charriage tectonique, sur 60 à 70 kilomètres de distance, sinon plus; aucune usure n'a été le résultat de ce long transport, et finalement les débris désagrégés et allant en s'éboulant, furent ensevelis sur place, après une courte chute dans la mer du Flysch et stratifiés alternativement avec les matériaux vaseux qui composent la majeure partie de cette sédimentation. Des masses plus grandes également, tom-

bées au fond de la mer, formèrent les gros blocs exotiques et une partie des klippes.

On peut déduire de cette explication que *la formation des brèches stratifiées à matériaux anguleux, sur de grandes étendues, doit être en connexion avec des recouvrements ou charriages tectoniques. Ce phénomène doit avoir présidé à la formation du Flysch bréchiforme, partout où ce terrain existe. Le facies du Flysch, en général, marque par ses allures et son extension les dislocations tertiaires,* soit la dernière phase orogénique dont fait partie le système alpin.

On peut estimer, d'après l'énorme épaisseur du Flysch, la largeur de la nappe de charriage qui a été dévorée ainsi par la sédimentation détritique du Flysch. Les roches cristallines qui devaient surtout occuper le front et la partie basale de la nappe de charriage. furent naturellement les premières victimes, d'où la presque complète disparition de masses encore cohérentes de ces terrains ; il en est de même du Carbonifère, du Permien, des schistes rouges et verts et des quartzites du Trias inférieur, dont les débris abondent dans les brèches et sables du Flysch. Les quelques lambeaux observés dans le Chablais et le massif carbonifère de Tanninges en sont les derniers témoins.

La brèche jurassique, qui suivait de près la première nappe, paraît avoir nourri de ses débris le Flysch qui remplit le synclinal central des Préalpes. Cette nappe charriait en tout cas des débris cristallins, à moins que — n'ayant été jetée sur la nappe des Préalpes que lorsque celle-ci fut déjà arrivée sur le bord des Alpes et eut culbuté en outre le Flysch du Niesen — la nappe de brèche jurassique ait entraîné avec elle des débris de roches provenant de ce dernier Flysch. La supposition donnée n'a d'ailleurs rien d'impossible. Le bloc de porphyrite des Fénils, le granite rose des Mosses de Gessenay et les klippes cristallines des Gets (Chablais) dépendent de la nappe de la brèche jurassique. Mais la zone des cols offre également, d'après Ischer (au Truttlispass), des blocs de roches basiques, des gabbros, et probablement aussi des porphyrites.

Formation des poudingues du miocène du plateau suisse.

Vers la fin de l'époque oligocène, la nappe préalpine n'avait pas encore atteint sa position actuelle sur le bord des Alpes ; elle n'en était cependant pas loin et n'était encore guère plissée. Derrière elle, la suivant de près, arrivait la nappe de la brèche jurassique, qui fut jetée finalement sur la nappe préalpine, au

moment où celle-ci, ayant culbuté les plis déjà ébauchés à facies helvétique, s'arrêta sur le bord des Alpes. Elle allait alors en couverture continue dès la région de Faverges ou de Grenoble jusqu'au Rhæticon, en prolongeant jusqu'à l'Isère l'élément tectonique des Alpes calcaires orientales. Elle était ainsi en superposition ininterrompue sur les plis des Alpes d'Annecy et de Glaris (notamment au-dessus de la région où devait se développer le grand pli glaronnais).

L'érosion fluviale qui a caractérisé la période miocène eut pour effet de démanteler complètement cette nappe dans la partie comprise entre le lac de Thoune et le Rhin, en ne laissant subsister que des lambeaux, les grandes klippes. Dans la Suisse occidentale et dans le Chablais, où l'érosion fluviale a été bien moins intense, ainsi que l'atteste le faible développement des amas de poudingues miocènes, la nappe resta continue et ne fut, en tout cas, pas aussi morcelée que dans la Suisse orientale. Etant superposée au facies helvétique, la nappe préalpine à facies méditerranéen devait la premiêre servir à l'alimentation de l'érosion miocène, ce qui explique l'abondance des matériaux à facies austro-alpin dans les poudingues miocènes de la Suisse orientale et centrale et la rareté des roches à facies helvétique. Les débris cristallins du poudingue miocène sont empruntés au Flysch.

De cette manière s'explique sans peine et très simplement le second problème énigmatique, celui du caractère austro-alpin des matériaux des poudingues miocènes, en face des chaînes offrant aujourd'hui le facies helvétique.

Dislocations miocènes et postmiocènes.

Pendant la fin de l'époque oligocène, alors que se formait encore la molasse rouge et pendant toute la durée de l'érosion miocène, la progression de la nappe de charriage préalpine a continué à se faire sentir; les plis à facies helvétique, recouverts par cette nappe, furent poussés et culbutés vers le Nord par le surgissement et l'écrasement progressif des massifs cristallins du versant Nord des Alpes. La nappe préalpine s'avança dans son milieu sur les sédiments de la mollasse rouge en refoulant partiellement les poudingues au fur et à mesure de leur formation. Dans la partie orientale et occidentale, les segments disjoints de la nappe préalpine se dénivelèrent en prenant des positions très variées; la nappe de la brèche jurassique fut définitivement jetée sur celle des Préalpes, ne reposant plus qu'en partie sur le Flysch de la zone interne.

L'érosion pliocénique a sans doute continué à creuser ces vallées, suivies déjà par les cours d'eau miocènes. Le Rhin, avec son cours NW par la dépression du lac de Wallenstadt, la Reuss, l'Aar, le Rhône et l'Arve creusèrent de profondes vallées pendant que les dernières dislocations postmiocéniques achevèrent de tracer la configuration tectonique actuelle.

Les plis des terrains à facies helvétique, allant en s'accentuant, finirent par refouler la nappe préalpine d'un bon nombre de kilomètres au NW, dans la région comprise entre l'Aar et l'Arve-Giffre. Resserrée entre les assises miocènes disloquées et redressées et les plis à facies helvétique s'amoncelant à l'intérieur, cette région subit des dislocations intérieures. La zone des chaînes calcaires se plisse et se chevauche localement ; il en résulte une sorte de structure imbriquée. Les lambeaux de brèche de la Hornfluh sont resserrés dans les synclinaux jurassiques. La présence du massif de poudingue du Mont-Pélerin, juste entre la grande masse du Flysch du Niesen d'une part et la masse de la Brèche du Chablais d'autre part, produit un rebroussement des plis calcaires, auparavant rectilignes, sur l'axe de la vallée du Rhône. Ces plis se moulent de part et d'autre en arcs de cercle indépendants autour de ces massifs. Dans la Suisse orientale, au NE de la vallée du Rhône, les masses énormes de poudingues arrêtent la progression vers le N autant des plis des hautes Alpes que de la nappe des klippes. Celles-ci restent resserrées dans le synclinal de Habkern-Sarnen-Iberg, tandis qu'au nord l'anticlinal du Pilate surgit en formant un entassement fantastique de replis ; au sud, le pli culbuté de la zone glaronnaise subit des contorsions non moins compliquées.

L'absence de poudingue devant le bord des Alpes d'Annecy au SW de l'Arve permit à ces plis de progresser sans obstacle vers le NW. Leurs axes présentent un avancement en arc de cercle à peu près égal à celui des Préalpes du Chablais. Cette poussée horizontale s'est même fait sentir sur le Salève et le Jura[1]. On voit distinctement comment, à l'approche de l'Arve, les plis de cette région convergent vers l'Est. Les plus internes passent derrière la nappe préalpine et viennent constituer les Fiz et la chaîne des Dents du Midi. Les plus externes passent *sous* les Préalpes. Il est donc manifeste que les plis à facies hel-

[1] H. Schardt. Etudes géologiques sur l'extrêmité méridionale de la première chaîne du Jura : « Bull. Soc. vaud. Sc. Nat. » XXVII. 1891. Voir la carte et p. 85.

Zone)

nt la représentation fidèle
des régions profondes.

irgsbaues angesehen werden,

G.de Tête de Chavannes

Val. d

Anksesine Marbre Gn Diorite Gn SE

Sm

neiss d'Arolla

nna

– Complété d'ap

les Profils.

Al Alluvien

Mp. Poudingue miocène (Nagelfluh)

, Ralligsandstein

iger Flysch)

sch. (Flyschbreccie)

tenkalk u. = Schiefer

Facies helvétique

Neocom)

Facies du Stockhorn

(Rote Kalke)

éphalopodes

. Hochgebirgskalk)

transversarius)

uthonien et Bajocien)

nien et Bajocien)

Chablais (Malm-Dogger)

L. Lias

Schichten)

fer. Bündner-Schiefer)

e noir

Trias. T

Cornieule (Rauchwacke)

rmation, Carbon)

sanna-Schiefer).

Micaschistes. (Glimmer-Schiefer)

E

Luzern

Rigi

Stans

Chieve

f du St. Gotthard

sif du Tessin

ant Nord des Alpes Suisses.

carte géologique de la Suisse

la nappe de charriage préal

ue sous la nappe des Préalpes.

ite. Aplite etc.

par dislocation.

Autog. J. Chappuis, Lausanne

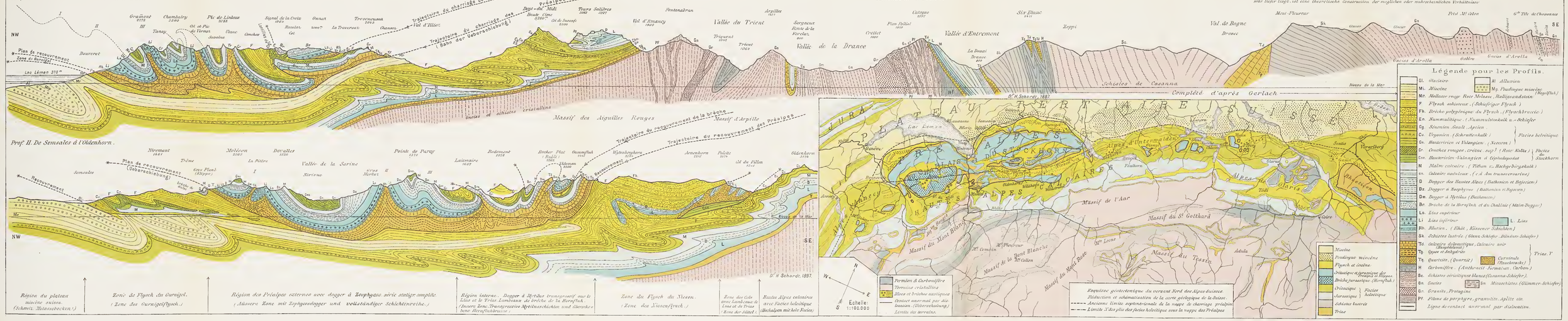
Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat. - Vol. XXXIV - Pl. 1.

Profils géologiques du versant Nord des Alpes Suisses par la Zone des Préalpes du Stockhorn et du Chablais. (Geologische Profile durch den Nordabhang der Schweizeralpen, zur Darstellung der tectonischen Lage der Stockhorn-und Chablais-Zone)

Echelle 1: 100.000 — Maasstab 1: 100.000

La partie de ces profils située au dessus du niveau de la Mer peut être considérée comme étant la représentation fidèle de la réalité, ce qui est au dessous est théorique, et représente la structure possible, mais probable des régions profondes.

Der über dem Meeresniveau gelegene Teil der Profile kann als genaue Darstellung der wirklichen Gebirgsbaues angesehen werden, was tiefer liegt, ist eine theoretische Construction der möglichen oder wahrscheinlichen Verhältnisse.


Prof. I. Du Lac Léman au Petit Mont Cölon.
Prof. II. De Sensales à l'Oldenhorn.
NW
SE
Plan de recouvrement (Ueberschiebung)
Zone di Burnigel
Lac Léman 375m
Beureret
Gramont
Chamblairy
Tanay
Pic de Linleux
Pic de Vernas
Signal de la Croix
Onnaz
Trevenneuna
Chamossaire
Trajectoire du charriage de la brèche
Trajectoire du charriage des Val d'Illiez (Bahn der Ueberschiebung)
Préalpes
Dent du Midi
Tours Salières
Fontanabran
Val d'Emaney
Vallée du Trient
Argilles
Triquent
Trient
Vallée de la Drance
Sarrayeuse
Chätepe
Plan Pellat
Orsellet
Vallée d'Entremont
Six Blanc
Zeppi
Val de Bagne
Drance
Mont Pleureur
Petit Mt Gelon
Gd Pic de Chamonix
Massif des Aiguilles Rouges
Trajectoire du recouvrement de la brèche
Massif d'Arpille
Trajectoire du recouvrement des Préalpes
Schistes de Casanna
Complété d'après Gerlach
Niveau de la Mer
Gneiss d'Arolla
Gabbro
Nivement
Moléson
Dovalles
Vallée de la Sarine
Pointe de Parey
Bodemont
Rocher Plat
Gummfluh
Wildenhorn
Arnenhorn
Poletie
Oldenhorn
Laitmaire
Recouvrement
Semsales
Trème
Gros Plané (Klippe)
La Pâtire
Gros Morlon
Niremont
Zone de Flysch du Gurnigel.
(Zone des Gurnigelflysch.)
Région des Préalpes externes avec dogger à Zoophycos série stratigr. complète.
(Äussere Zone mit Zophycosdogger und vollständiger Schichtenreihe.)
Région interne. Dogger à Mytilus transgressif sur le Lias et le Trias. Lambeaux de brèche de la Hornfluh.
(Innere Zone. Transgressive Mytilusschichten und überkehrte Hornfluhbrèche.)
Zone du Flysch du Niesen.
(Zone des Niesenflysch.)
Zone des Cols avec Lambeaux de Lias et de Trias.
(Zone der Sattel.)
Hautes Alpes calcaires avec Facies helvétique.
(Hochalpen mit helv. Facies.)
D.r H. Schardt, 1897.
Massif de l'Aar
Massif du St Gothard
Massif du Tessin
Massif du Mont Blanc
Massif de la Dent Blanche
Massif de Mont Rose
Adula
Lac Leman
Genève
Chambéry
Annecy
Bellegarde
Bonneville
Thonon
Sion
Martigny
Aosta
Ivrea
Bellinzona
Locarno
Como
Milano
Lugano
Chiavenna
Bormio
Tirano
Sondrio
Meiringen
Interlaken
Thun
Spiez
Frutigen
Kandersteg
Brig
Visp
Zermatt
Sierre
Sion
Vevey
Montreux
Bex
Aigle
Thonon
Evian
Vorarlberg
Appenzell
Glarus
Chur
Davos
Tödi
Gotthard
Simplon
Flüelhorn
Alpes d'Interlaken
Alpes de Glarus
Alpes de Schwyz
Alpes de Stockhorn et du Chablais
Alpes de Savoie
Alpes du Valais
Alpes du Tessin
Jura
Plateau Tertiaire Suisse
Molasse
Mt Cervin
Mt Pleureur
Mt Gelon
Mt Leone
Mt Rosa
Mt Blanc
Mt Blanc du Tacul
Mt Maudit
Mt Dolent
Mt Velan
Mt Combin
Mt Grand Combin
Mt Cenis
Mt Iseran
Mt Pelvoux
Mt Ortler
Mt Bernina
Mt Tödi
Mt Pizzo Rotondo
Mt Pizzo Centrale
Mt Pizzo Gallegio
Mt Pizzo Forno
Mt Pizzo Tambo
Mt Pizzo Scalino
Mt Pizzo Stella
Mt Pizzo Bernina
Mt Pizzo Cavallo
Mt Pizzo Ferrera
Mt Pizzo Tre Signori
Mt Pizzo Ortler
Mt Pizzo Cevedale
Mt Pizzo Gran Paradiso
Mt Pizzo Grande
Mt Pizzo Ciamarella
Mt Pizzo Rosa
Mt Pizzo Bianco
Mt Pizzo Nero
Mt Pizzo Verde
Mt Pizzo Rosso
Mt Pizzo Giallo

vétique se sont littéralement moulés en tout dernier lieu autour de la nappe des Préalpes.

Pendant que tout cela s'accomplit, il se dessine le long de la vallée de l'Arve-Giffre et sur le parcours de l'Aar deux plis monoclinaux transversaux, entre lesquels le segment entier, représentant aujourd'hui les Préalpes, s'affaisse d'une valeur d'au moins 500 m. C'est cet affaissement qui a surtout préservé la nappe qui constitue aujourd'hui les Préalpes, contre l'effet trop actif des érosions subséquentes. Cet affaissement a été occasionné sans doute par la surcharge extraordinaire résultant de l'avancement considérable des Préalpes sur le plateau miocène et par la présence sur cette nappe, dans cette région seulement, de la seconde nappe, celle de la brèche jurassique. C'est d'ailleurs au Chablais, où cette dernière formation est beaucoup plus épaisse qu'au NE du Rhône, que cet enfoncement est le plus considérable, probablement de plus de 1000 m. J'ai montré d'autre part que ce tassement spécial des Préalpes, en s'ajoutant à l'affaissement général des Alpes, a occasionné la profondeur considérable du lac Léman, et a, en se propageant jusqu'au Jura, motivé la formation des lacs jurassiens sur le parcours des vallées d'érosion de la Thièle, de la Menthue et de la Broye [1].

Enfin, l'érosion pendant et après l'époque glaciaire, a produit encore bien des changements dans la topographie du pays. Mais les grands phénomènes tectoniques auxquels le versant N des Alpes doit sa configuration, se sont arrêtés déjà avant la seconde oscillation glaciaire.

* * *

On a vu combien paraît compliqué l'enchaînement des problèmes que recèle la géologie du versant N de nos Alpes, mais leur solution réside dans la constatation d'un phénomène des plus grandioses et des plus simples en même temps. J'en ai indiqué les traits fondamentaux, il y a bientôt cinq ans. Aujourd'hui, j'ai pu pousser la démonstration plus loin et présenter plus de détails. Mais la démonstration définitive réclame la collaboration de tous. C'est un des plus beaux problèmes qu'il ait été donné à l'homme de scruter. La voie est ouverte, « en avant » et « Glück auf » !

Veytaux, près Montreux, mars 1898.

[1] Note préliminaire sur l'origine des lacs du pied du Jura : « Arch. Sc. phys. et nat., Genève », V, janv. 1898, et Eclogæ geol. helv., V, 257.

SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS DU TRAPÈZE

par **L. BENOIT**

En cherchant la solution d'un problème de géométrie, j'ai trouvé au point d'intersection des diagonales du trapèze quelques propriétés que je me permets de vous signaler ; jusqu'à quel point sont-elles inédites ? c'est ce que je ne puis pas préciser ; dans tous les cas, deux professeurs de géométrie, consultés à ce sujet, m'ont répondu qu'ils ne les avaient rencontrées dans aucun ouvrage à eux connu. Voici la chose :

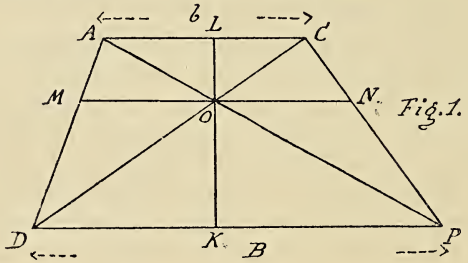


Fig. 1.

Soit le trapèze quelconque A C P D ; menons les diagonales A P et C D ; par leur point d'intersection O, menons M N parallèle aux bases A C et D P, et L K perpendiculaire à M N ; appelons b et B les deux bases parallèles.

Les triangles A O C et D O P étant semblables, nous en tirons la propriété connue de chacun :

$$[1] \qquad \frac{AO}{OP} = \frac{CO}{OD} = \frac{b}{B},$$

donc : *Les diagonales du trapèze se coupent en segments proportionnels aux bases.*

Voilà notre point de départ. Etudions les propriétés de la droite M N.

Les triangles A M O et A D P sont semblables ; donc :

$$[2] \qquad \frac{MO}{DP} = \frac{AO}{AP} = \frac{AO}{AO + OP};$$

mais l'égalité [1] nous donne (dans toute proportion, le premier terme est à la somme des deux premiers comme le troisième est à la somme des deux derniers) :

$$\frac{AO}{OP} = \frac{b}{B} \text{ d'où } \frac{AO}{AO + OP} = \frac{b}{B + b}$$

et en substituant dans l'égalité [2]

$$[3] \qquad \frac{MO}{DP} = \frac{b}{B + b}.$$

D'autre part, les triangles semblables CNO et CPD nous donnent :

$$[4] \qquad \frac{ON}{DP} = \frac{CO}{CD} = \frac{CO}{CO + OD};$$

tirons de l'égalité [1] la valeur du dernier rapport :

$$\frac{CO}{OD} = \frac{b}{B} \text{ d'où } \frac{CO}{CO + OD} = \frac{b}{B + b}$$

et substituons dans l'égalité [4]

$$[5] \qquad \frac{ON}{DP} = \frac{b}{B + b}.$$

Les égalités [3] et [5] donnent immédiatement le résultat cherché :

$$[6] \qquad MO = ON.$$

Donc : *Le point d'intersection des diagonales du trapèze divise en deux parties égales la parallèle aux bases menée par ce point.*

Evaluons la longueur MN en fonction des éléments du trapèze (base et hauteur). L'égalité [3] donne

$$MO = \frac{DP \,.\, b}{B + b} = \frac{Bb}{B + b}.$$

$$[7] \qquad MN = 2\,MO = \frac{2\,Bb}{B + b}$$

Cette valeur est intéressante en ce qu'elle nous montre que la longueur M N est une fonction des seules bases du trapèze et qu'elle est indépendante de la hauteur. Nous dirons donc :

Dans un trapèze, la parallèle aux bases, menée par le point d'intersection des diagonales, est égale au double produit des deux bases divisé par leur somme.

Elle est indépendante de la hauteur ; tous les trapèzes ayant mêmes bases ont donc la même valeur pour la parallèle en question, quelles que soient la hauteur et la forme du trapèze.

Voici d'autres propriétés moins importantes.

Les triangles semblables A O L et O K P donnent :

$$[8] \qquad \frac{LO}{OK} = \frac{AO}{OP} = \frac{b}{B} \text{ (d'après [1]).}$$

Donc : *Le point d'intersection des diagonales du trapèze divise la hauteur du trapèze en segments proportionnels aux bases.*

Les triangles A D P et C D P donnent :

$$[9] \qquad \frac{AM}{MD} = \frac{AO}{OP} = \frac{b}{B} \text{ et}$$

$$[10] \qquad \frac{CN}{NP} = \frac{CO}{OD} = \frac{b}{B},$$

d'où : *Dans le trapèze, la parallèle aux bases, menée par le point d'intersection des diagonales, divise les côtés non parallèles en segments proportionnels aux bases.*

Les triangles semblables L O C et D O K donnent :

$$\frac{LC}{DK} = \frac{CO}{OD} = \frac{b}{B},$$

de même pour les triangles A O L et K O P :

$$\frac{AL}{KP} = \frac{AO}{OP} = \frac{b}{B}.$$

Ces deux dernières égalités donnent :

$$\frac{LC}{DK} = \frac{AL}{KP} \quad \text{ou [11]} \quad \frac{LC}{AL} = \frac{DK}{KP}$$

ou encore $LC \times KP = AL \times DK$.

Nous dirons donc : *Dans le trapèze, la hauteur menée par le point d'intersection des diagonales divise les bases en segments inversément proportionnels;* c'est-à-dire que les segments de l'une des bases sont inversément proportionnels aux segments correspondants de l'autre.

En d'autres termes : *Le produit des segments correspondants* (situés du même côté de la hauteur) *est constant.*

Les triangles A D P et C D P ayant même base et même hauteur, sont équivalents; il en est de même des triangles D A C et P A C; donc :

Les deux diagonales d'un trapèze divisent celui-ci dans le même rapport, c'est-à-dire que les deux triangles formés par l'une des diagonales sont équivalents aux deux triangles formés par l'autre diagonale.

Cas particuliers. Voyons entre quelles limites peut varier la valeur de la parallèle M N :

$$MN = \frac{2Bb}{B+b}.$$

1° B peut varier entre b et ∞ ; si $B = b$, nous avons :

$$\frac{2Bb}{B+b} = b \text{ (pour } B = b)$$

et la figure est un parallélogramme (fig. 2)

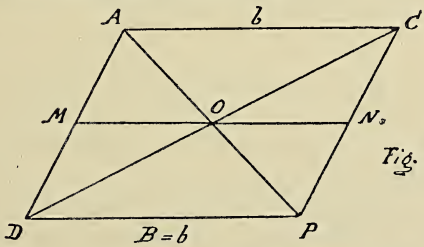
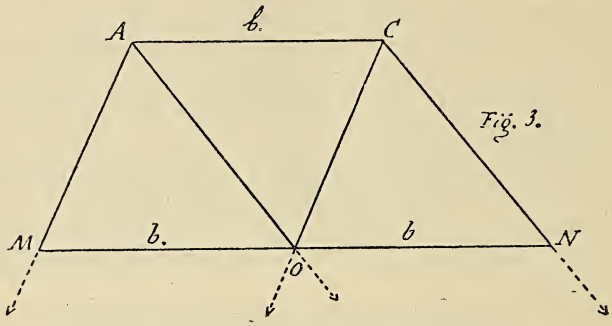


Fig. 2.

Si B croît de b à ∞, l'expression de la valeur de M N croît et tend vers un maximum qui est

$$\frac{2Bb}{B+b} = 2b \text{ (pour } B = \infty)$$

Dans ce cas, les points D et P étant situés à l'infini, les droites A D et C D sont parallèles, de même que A P et C P, et nous avons O M = b et O N = b (fig. 3).

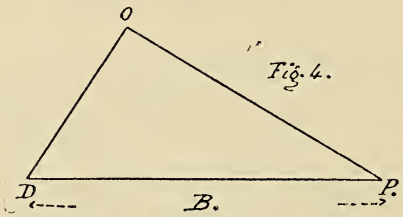


2° b peut varier entre B et zéro. Pour b = B, nous tombons dans le 1er cas et la figure est un parallélogramme.

Si b diminue de B à zéro, l'expression de la valeur de M N diminue aussi et tend vers zéro

$$\frac{2\,B\,b}{B+b} = 0 \text{ (pour } b = 0).$$

Dans ce cas, la petite base ainsi que la parallèle M N se confondent en un point, O, et la figure est un triangle (fig. 4).



En résumé, la longueur M N peut prendre toutes les valeurs comprises entre zéro et 2 b.

Toutes ces propriétés peuvent être proposées comme exercices aux élèves des établissements d'instruction secondaire ; c'est à ce titre que je les communique aux membres de la Société, dont plusieurs font partie du corps enseignant secondaire.

LE
PLANKTON NOCTURNE DU LAC LÉMAN

par **Henri BLANC**,
professeur à l'Université de Lausanne.

Planche II.

Etudiant la vie animale du lac de Constance, Weismann [1] découvrit en 1877 ce fait intéressant que les Crustacés entomostracés pélagiques ont des mœurs crépusculaires; qu'ils se tiennent pendant le jour dans les couches moyennes des lacs pour émigrer vers la surface par des nuits calmes, non éclairées, d'où ils redescendent de bon matin pour regagner la profondeur. Dès lors Forel [2], Asper [3], Fuhrmann [4] ont eu l'occasion de constater ces migrations verticales et journalières des Crustacés pélagiques dans différents lacs de la Suisse. Francé [5], tout en observant ces déplacements dans le lac de Balaton, a en outre remarqué que les êtres pélagiques composant le plankton de ce lac ne se comportaient pas tous de la même manière dans leurs migrations actives, et que les Cladocères, par exemple, apparaissaient à la surface plus tôt que les Copépodes, mais ces derniers venus y restaient par contre plus longtemps, puisqu'ils n'en descendaient au matin que bien après le lever du soleil,

[1] Weismann, *Das Thierleben im Bodensee*. Lindau, 1877.

[2] Forel, *La faune profonde des lacs suisses*. Mémoire couronné par la Soc. hel. des Sc. nat. 1884.

[3] Asper, *Répartition de la faune pélagique dens les diverses profondeurs des eaux*. Soc. hel. des Sc. nat. Zurich, 1884. « Arch. de Genève, XII. »

[4] Fuhrmann, *Recherches sur la faune des lacs alpins du Tessin*. « Revue suisse de zoologie », T. IV, 1897.

[5] Francé, *Biologie des Planktons*. « Biologisches Centralblatt », 1894.

après les Cladocères. Selon Zacharias[1], les Crustacés du plankton du lac de Plön ne présenteraient pas de migrations journalières, et ce naturaliste écrit à ce propos, page 126 : « Nun » mehr wird jedoch auch durch Zählung der Individuen fest » gestellt, das ein Tagfang und ein Nachtfang aus oberfläch- » lichen Wasserschichten sich hinsichtlich ihrer Individuen- » menge nicht stärker von einander unterscheiden, als zwei » Tagfänge oder zwei Nachtfänge unter sich die in demselben » See gemacht werden. »

Pittard[2], dans ses récentes recherches sur le plankton des divers lacs suisses, a constaté aussi la disparition de la surface, en lumière solaire, de la plupart des Crustacés pélagiques; mais il mentionne certaines pêches qu'il considère comme étant des exceptions à la règle générale, qui serait : Pendant le jour, à la lumière solaire, les Crustacés sont dans la profondeur ; ils se trouvent à la surface dans les nuits calmes, sans clair de lune.

Désireux de faire connaissance avec le plankton nocturne du lac Léman, j'ai fait en 1896, dans la nuit du 26 au 27 juillet, avec alternances de clair de lune et d'obscurité relative, par un calme parfait, une série de 16 pêches qui ont été toutes pratiquées au même endroit, devant Ouchy, par 100 mètres de fond, à environ 1 km. du rivage, et à la surface, à 20 m., à 40 m. et à 60 m. de profondeur. La méthode employée est celle dont je m'étais déjà servi en 1894 et en 1895 pour étudier les variations du plankton du Léman pendant les différents mois de l'année et par diverses profondeurs. Comme alors, j'ai promené horizontalement le filet fin pendant 5 minutes, dans la même région, et entre les mêmes points de repère pris à la rive, puis le matériel récolté a été fixé à l'alcool à 70 % et mesuré dans une éprouvette graduée au $^1/_{10}$ de cm^3.

Dans le graphique ci-joint, j'ai représenté par des points les diverses quantités de plankton recueillies à la surface, à 20, 40 et 60 mètres ; les lignes rouge, verte, jaune et noire repré-

[1] Zacharias, *Ueber die horizontale und verticale Verbreitung limnetischer organismen.* « Forschungsberichte aus der biologischen station zu Plön », Theil. 3, 1895.

[2] Pittard, *Migrations des Entomostracés pélagiques,* « Archives des Sc. phy. et nat. », décembre 1896, et *Répartition des organismes inférieurs à la surface de quelques lacs suisses.* « Bulletin de la Société neuchâteloise de géographie », T. IX, 1897.

sentent les allures de ce plankton à 4 heures de l'après-midi, à 9 et 11 heures de la nuit du 26 juillet, et à 4 heures du matin, le 27 juillet.

Les procès-verbaux de mes 16 pêches indiquent ce qui suit : Le 26 juillet, à 4 heures de l'après-midi, par un beau soleil, un temps calme et une température de 18° à la surface, les quantités recueillies du plankton sont :

à 0	mètre,	de 0,2 cm³.
à 20	»	0,8
à 40	»	1,8
à 60	»	0,2

En comparant ces premiers résultats avec ceux obtenus en 1894 et 1895 par des pêches faites dans la même région, à la même heure, je constate que par 100 mètres de fond (si j'indique ce dernier chiffre, c'est parce que j'ai démontré ailleurs [1] que la profondeur joue son rôle dans la répartition du plankton), c'est encore et toujours entre 20 et 40 mètres que le plankton est le plus abondant pendant le jour, en lumière solaire.

Le 26 juillet, à 9 heures du soir, soleil couché, lac calme, température 17° à la surface, les quantités recueillies de plankton sont :

à 0	mètre,	de 1,2 cm³.
à 20	»	0,2
à 40	»	0,8
à 60	»	0,2

soit une forte augmentation pour la surface et une légère diminution pour la profondeur.

Le 26 juillet, à 11 heures du soir, nuit étoilée, avec clair de lune souvent interrompu, température 17° à la surface, les quantités recueillies de plankton sont :

à 0	mètre,	de 4 cm³.
à 20	»	1,2
à 40	»	1
à 60	»	1,2

soit une augmentation très forte pour la surface.

[1] Blanc, *Série de pêches pélagiques faites en 1894 et 1895 dans le Léman. Distribution horizontale et verticale du plankton.* « Compte-rendu des travaux de la 78e session de la Soc. hel. des Sc. nat., Arch. des Sc. phy. et nat. », oct., nov. 1895.

Le 27 juillet, à 4 heures du matin, avant le lever du soleil, lac calme, température 17° à la surface, les quantités recueillies de plankton sont :

à 0	mètre,	de 5	cm³.
à 20	»	5	
à 40	»	1	
à 60	»	0,8	

soit encore une forte augmentation entre 0 et 20 mètres.

La comparaison de ces divers chiffres confirme tout d'abord le fait général que dans les conditions indiquées de calme et de ténèbres, le plankton est plus abondant à la surface la nuit que le jour. Mais en rapprochant les volumes recueillis à 4 heures du soir et à 4 heures du matin, on constate qu'il y a trois fois plus de plankton à la surface du lac la nuit terminée, qu'il n'y en a à 4 heures de l'après-midi, à 40 mètres de profondeur, où il est le plus abondant. Ce qui veut dire que la quantité brute du plankton nocturne est encore plus grande que celle du plankton diurne.

A quoi attribuer cette grosse différence ? A cette question les examens microscopiques de mes 16 pêches me permettent, je crois, de répondre. A 4 heures de l'après-midi, le plankton de la surface ne renferme en fait de Crustacés que quelques rares *Diaptomus gracilis* et *Cyclops strenuus;* les Cladocères font défaut, j'en compte quelques-uns à 40 mètres dont le plankton est fait surtout de *Diaptomus gracilis*, *D. lasciniatus* et *Cyclops strenuus.*

A 9 heures du soir, *Cyclops strenuus* est d'entre tous le plus abondant à la surface, puis viennent ensuite des *Diaptomus* auxquels sont mélangés des *Nauplius;* les Cladocères sont rares. A 20 mètres, c'est encore *Cyclops strenuus* qui est le plus fréquent, et les Cladocères apparaissent. A 40 et à 60 mètres, le fond du plankton est fait de Copépodes.

A 11 heures, il y a à la surface une grande abondance de jeunes *Cyclops strenuus* puis viennent les *Diaptomus*, auxquels se joignent de nombreux Cladocères qui sont : *Bosmina longispina, Daphnia tongispina* et *hyalina*, *Sida cristallina; Bithotrephes longimanus* et *Leptodora hyalina;* ces deux dernières sont plutôt rares. A 40 et à 60 mètres, ces beaux Crustacés manquent totalement dans le plankton qui est fait de Copépodes.

A 4 heures du matin, le plankton se compose encore comme

fond surtout de jeunes *Cyclops strenuus* les adultes sont plutôt rares ; puis viennent les *Diaptomus*, auxquels se joignent les Cladocères déjà cités, mais parmi lesquels je compte bon nombre de *Leptodora* et de *Bythotrephes*. Ce monde-là compose à peu près dans les mêmes proportions le plankton recueilli à 20 mètres ; celui de 40 et de 60 mètres ne renferme que quelques rares Cladocères, il est surtout fait de Copépodes.

Mais, outre les Crustacés formant la masse importante et la plus apparente des volumes mesurés, je mentionnerai comme se trouvant dans les produits de toutes les pêches nocturnes, les infiniment petits, tels que *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon sertularia*, des Rotateurs, tels que *Anourea cochlearis*; *Notholca longispina*, auxquels étaient mélangés cette nuit-là les diatomées flottantes : *Asterionella*, *Cyclotella* et *Tabellaria*. A 11 heures et à 4 heures du matin, le plankton était particulièrement riche en *Ceratium hirundinella* en division, soit à la surface, soit à 20 mètres.

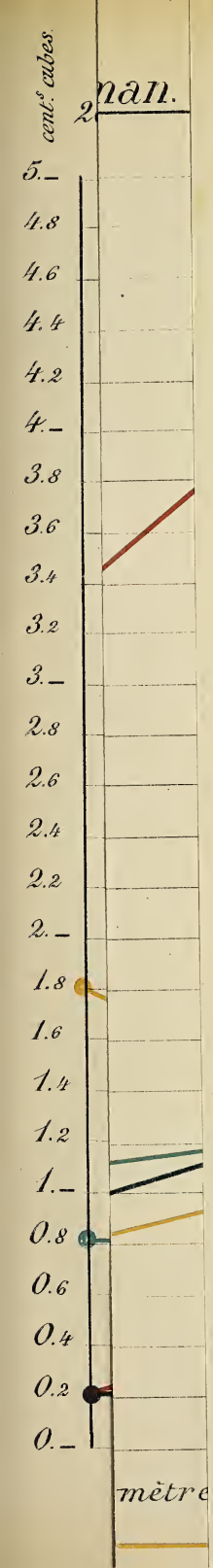
Quoique je ne puisse indiquer le nombre des Crustacés recueillis à chaque pêche, ayant été dans l'impossibilité de trouver le temps pour faire un tel calcul, je puis cependant tirer quelques conclusions des pêches qui viennent d'être brièvement caractérisées.

Les Crustacés entomostracés qui forment la masse brute du plankton du lac Léman sont plus abondants à la surface la nuit que le jour ; ils émigrent à la nuit de la profondeur vers les couches superficielles du lac. L'augmentation du plankton superficiel et nocturne est donc certainement due tout d'abord au déplacement vertical des membres les plus volumineux de la faune pélagique, et si Pittard n'a pas vu de Crustacés dans une pêche qu'il a faite dans le lac de Zurich, le 5 août, à 8 heures du soir, ce n'est pas, comme il le suppose, parce qu'il se trouvait devant un cas exceptionnel, mais parce que les migrations actives de ce monde pélagique ne commencent que plus tard et qu'elles ne battent leur plein qu'à partir de 11 heures du soir.

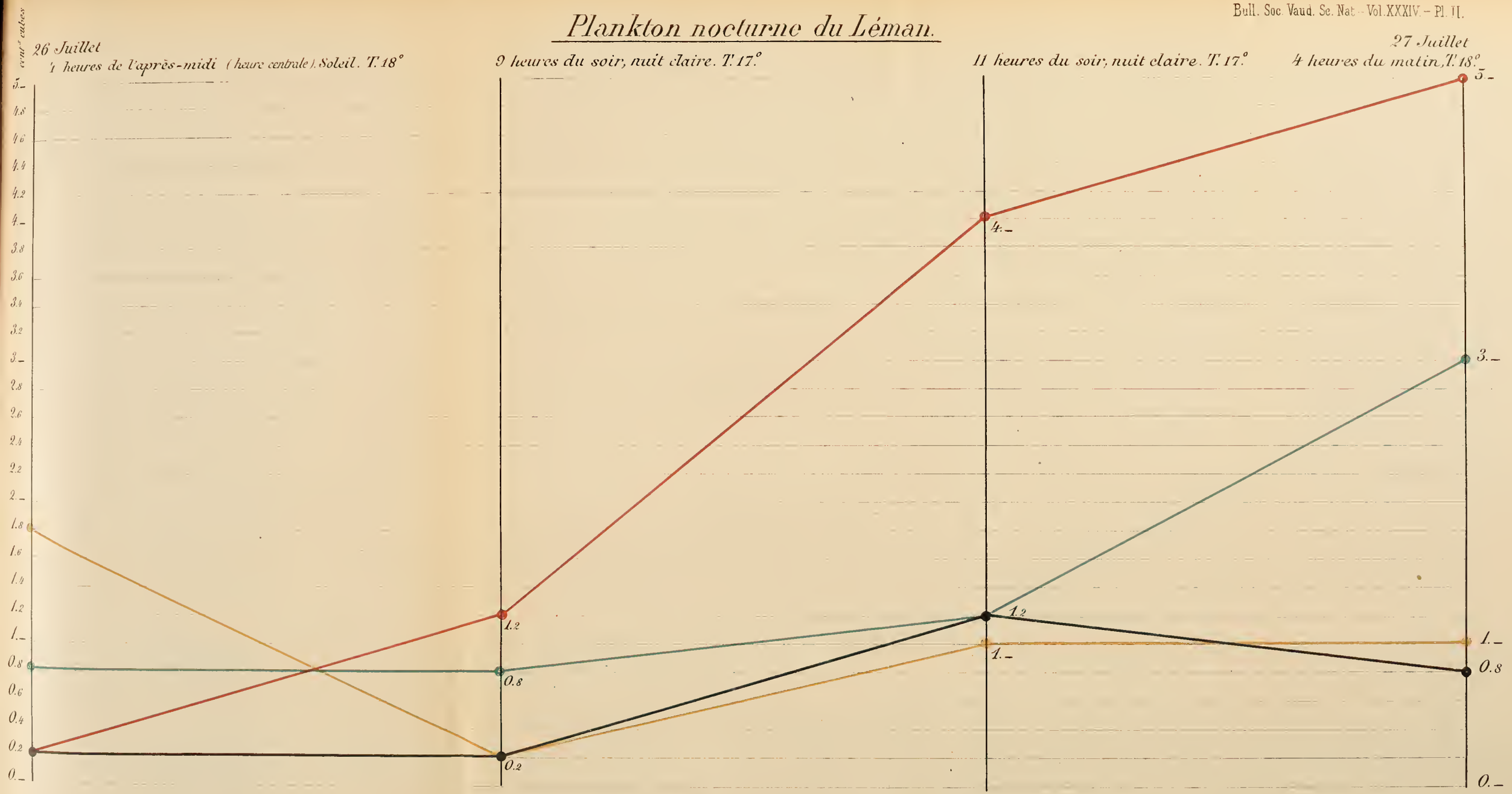
Le fait, observé par Francé dans le lac Ballaton, que les Cladocères arrivent les premiers à la surface pour être suivis par les Copépodes ne doit pas être généralisé, puisque le plankton nocturne superficiel de mes pêches était à 9 heures et à 11 heures du soir essentiellement composé de Copépodes, les Cladocères ne devenant nombreux à la surface qu'à 4 heures du matin.

Enfin, l'augmentation du plankton superficiel nocturne sur le plankton diurne recueilli entre 20 et 40 mètres, où il est le plus abondant, s'explique non seulement par les migrations des crustacés, mais parce que pendant la nuit, certains organismes, tels que *Ceratium hirundinella*, se multiplient avec intensité par division et que les larves Nauplius doivent se transformer aussi à ce moment-là en jeunes Copépodes.

Migrations, reproduction et croissance, tels sont les facteurs qui semblent concourir à l'augmentation du plankton nocturne superficiel. Mais de nouvelles pêches sont encore nécessaires pour établir définitivement leur constance et leur importance relative pour le lac Léman.


cent.s cubes
2 nan.
5.–
4.8
4.6
4.4
4.2
4.–
3.8
3.6
3.4
3.2
3.–
2.8
2.6
2.4
2.2
2.–
1.8
1.6
1.4
1.2
1.–
0.8
0.6
0.4
0.2
0.–
mètre

Plankton nocturne du Léman.



Pêches faites à 1000 mètres du rivage, par 100 mètres de fond.

A la surface ; à 20 mètres de profondeur ; à 40 mètres de profondeur ; à 60 mètres de profondeur

SUR LA
PHOSPHORESCENCE DES GLACIERS ET DES NEIGES

par **Paul-L. MERCANTON**, cand. ing.

Faut-il attribuer à une phosphorescence de l'eau congelée certains phénomènes de luminosité particulière des neiges et des glaces, constatés par différents observateurs en plaine et plus souvent dans la haute montagne ? L'explication de ces phénomènes exige-t-elle le recours à une telle manière de voir et devons-nous admettre l'existence de cette phosphorescence ?

Tel est l'objet de la présente étude.

Etablissons d'abord les faits.

Pendant leurs séjours au glacier inférieur de l'Aar, les savants neuchâtelois ont été maintes fois frappés de la clarté extraordinaire des nuits. Malgré brouillard et tourmente on y voyait encore assez sur le glacier pour se conduire.

En août 1844, à 10 heures du soir, par un ciel de toutes parts couvert de nuages qui masquaient tous les sommets alentour et se résolvaient en une petite pluie fine, Desor et ses compagnons s'avancèrent sur la terrasse du Pavillon de l'Aar. Cette terrasse couronne un éperon rocheux, dont un versant est à peu près orienté au midi, l'autre franchement à l'ouest, et qui s'avance dans le glacier, déterminant sur le versant sud un éventail de crevasses profondes et serrées. Le versant ouest regarde le névé du Lauteraar.

La clarté était assez forte pour permettre à chacun de lire l'heure à une montre dont le cadran, de porcelaine, portait des chiffres arabes. La lumière paraissait venir du point le plus rapproché du glacier qui coule à 100 mètres au-dessous. Elle s'affaiblissait rapidement au loin, sauf sur le névé du Lauteraar qui brillait d'un éclat particulier. En suivant le bord de la terrasse sur les deux versants, le point lumineux se déplaçait en demeurant constamment aux pieds des observateurs[1].

Du Col de Balme, par une nuit si noire qu'on ne pouvait pas

[1] Desor, *Nouvelles excursions et séjours dans les Alpes*. 1845, pages 169-172.

distinguer les objets les plus rapprochés, le professeur Bertz apercevait le glacier des Bois[1].

Pendant l'hiver 1851, les Schlagintweit observèrent pareille luminosité des pentes neigeuses de la Vallée du Rhône[2].

Pendant son séjour à la cabane Vincent (massif du Mont Rose 3162 m.), Hermann Schlagintweit vit plusieurs fois, par un ciel absolument couvert, la neige se détacher nettement en clair[3].

Pendant l'hiver 1852 à 1853, en particulier le 27 février 1853, il vit à diverses reprises les flaques de neige et les toits enneigés de Berlin et d'un petit village voisin se détacher distinctement en clair sur le fond sombre. Le phénomène fut assez rare cependant; il n'apparut pas nécessairement dans chaque nuit très sombre et très couverte et jamais après une récente chute de neige.

Une nuit soudainement couverte après une journée de soleil, mieux encore une nuit très froide, descendant sur des neiges détrempées, étaient les conditions les plus favorables à son apparition.

La clarté relative des neiges, toujours faible, mais distincte, n'était souvent appréciable que sur des surfaces directement limitées au firmament[4].

Nous devons encore mentionner un certain nombre de cas d'une luminosité analogue, plus fugitive, soit que leurs observateurs les aient attribués à une phosphorescence des masses glacées, soit qu'ils aient une certaine importance dans le débat. Voici ce dont il s'agit :

Le 18 août 1897, M. le Dr J. Maurer regardant d'Arosa le petit glacier suspendu sur le flanc nord de l'Aroser Rothorn, qu'on aperçoit à l'arrière plan W assez bas sur l'horizon, le voit briller d'une lumière blanc-bleu fantastique, variant continuellement d'intensité. On eût dit d'une grande plaque phosphorescente. La nuit, une belle nuit étoilée, tombait lentement après une journée chaude et ensoleillée. Vers 9 heures le phénomène apparaît; à 9 ½ h. il est dans tout son éclat; à 10 h. il s'affaiblit et disparaît.

[1] Schlagintweit, *Neue Untersuchungen über die Alpen*. 1854, page 479.

[2] Schlagintweit, loc. cit., page 480.

[3] Schlagintweit, loc. cit., p. 480.

[4] Schlagintweit, loc. cit., p. 480.

Le 22 août, même apparition moins intense[1].

Les deux apparitions furent suivies à bref délai de décharges électriques et de temps pluvieux.

Même observation de Lauterbrunnen sur les névés du Breithorn, après une série de jours ensoleillés.

Par une belle soirée d'août, vers 11 heures, M. C. Saratz-Badrutt et ses deux compagnons aperçurent de la route de Pontresina deux petits feux au Rosatsch (Rosegseite), très haut et à un endroit d'accès difficile. Ces feux luisaient d'une lumière faible, variant d'intensité à chaque instant. La nuit était très sombre. Les observateurs crurent à un bivouac de touristes, mais à la lunette ils reconnurent qu'ils n'avaient pas affaire à un feu.

Les lunettes, qui étaient restées pointées pendant la nuit, montrèrent au matin que la lueur en question provenait simplement de deux flaques de neige[2].

Le 17 août 1897, de la Chamanna Racher (versant sud du Piz Kesch), à la nuit tombée et après une journée de soleil, M. K. Egger voit tout le massif de la Bernina briller d'une lumière blanchâtre, égale et également répartie sur toute la montagne. Le contraste était vif avec les premiers plans à peine discernables. L'apparition dura assez longtemps et s'éteignit dans la nuit étoilée[3].

En 1883, plusieurs personnes observent de Samaden pareille chose sur la Bernina. C'était à la nouvelle lune[4].

Même observation de Campfer sur le Piz Corvatsch[5].

Je rapprocherai de ces faits deux observations de M. le Prof. Forel qui ont, avec certains des phénomènes précités, de grandes analogies et dont l'examen peut servir à trouver leur explication.

De Fins Hauts, le 26 août 1896 : 7 h. 45 m. coucher du soleil, 8 h. 15 m., luminosité blanche extraordinaire des Aiguilles du Tour et du Chardonnet qu'on croirait éclairées par la lune ;

[1] Dr Maurer, *Uber das Phosphorescenzlicht der Gletscher*. « Alpina », 6 février 1898.

Alias Maurer, *Das Phosphorescenzlicht der Gletscher*. « Meteor. Zeitschrift » Heft 3., 1898, Mars.

[2] Maurer, loc. cit.

[3] Maurer, loc. cit.

[4] « Alpina », IV, novembre 1896.

[5] « Alpina », IV, novembre 1896.

8 h. 35 m , la luminosité pâlit ; 8 h. 50 m., elle est évanouie. On ne voit plus les cimes et la lune brille dans un ciel serein.

Le 17 août, de Vernayaz :

7 h. 44 m., coucher du soleil sur le Combin ; 7 h. 52, luminosité blanche des neiges ; 8 h., luminosité un peu jaunâtre ; 8 h. 10 m., elle augmente d'intensité ; 8 h. 15 m., elle décroît[1].

Voilà les faits, examinons-les.

Tout d'abord il importe de se rappeler, d'une part, avec quelle facilité la neige et la glace réfléchissent et renvoient les moindres traces de lumière, d'autre part, combien est faible la différence d'éclat nécessaire à la perception par l'œil d'un contraste entre deux surfaces éclairées.

Ceci dit, analysons les constatations de Desor. Elles ne sont pas sans laisser place à une explication par simple réflexion, voire elles la suggèrent. Desor remarque formellement que le névé du Lauteraar était éclairé. Cela étant, le versant W du promontoire recevait à la fois la lumière directe de ce névé et la lumière réfléchie venant du glacier immédiatement au-dessous.

Sur le versant Sud, les parois déchirées et diversement orientées des crevasses formaient un miroir à mille facettes très propre à renvoyer la lumière incidente un peu dans tous les sens. Il est, en outre, très naturel que, vu la distance du glacier au Pavillon, le point le plus rapproché de celui-là ait toujours paru le plus lumineux.

Notons que la petite pluie fine qui tombait à ce moment rendait le glacier encore plus propre à de telles réflexions. Rappelons-nous à ce sujet les miroitements fugitifs du pavé détrempé par une nuit d'orage.

Du reste, on ne s'expliquerait, pas comment le névé du Lauteraar aurait pu briller d'un si vif éclat alors que des régions du glacier beaucoup plus proches n'en faisaient rien.

Les observations d'Hermann Schlagintweit à la cabane Vincent et dans les environs de Berlin ne me paraissent guère plus favorables à la théorie de la phosphorescence.

Il ne faudrait pas s'exagérer l'obscurité d'une nuit couverte. La couche de nuages peut être mince et les rayons lunaires peuvent facilement diffuser au travers.

Le fait que la luminosité la plus intense est apparue à la ca-

[1] « Bulletin Soc. vaud. des Sciences naturelles, » 4me série, vol. XXXIII, Procès verbaux, 4 nov. 1896.

bane Vincent une nuit de pleine lune; qu'à Berlin, on ne la constatait pas le moins du monde, à coup sûr, chaque fois que la nuit était tout à fait sombre et couverte, vient à l'appui de cette remarque.

L'état de la neige n'était pas sans importance dans la production du phénomène; alors qu'une chute de neige fraîche ne l'amenait jamais, le gel agissant sur une vieille neige détrempée, un ciel couvert après une journée de soleil, étaient éminemment favorables à son apparition.

La congélation de l'eau y joue-t-elle un rôle et lequel? Remarquons que la vieille neige tassée et grenue se prête mieux que la neige fraîche aux effets d'éclairage oblique. Le gel et le dégel modifient l'état de la surface et, de ce fait, la manière dont elle se comporte à l'égard des rayons lumineux incidents. Rappelons-nous les bizarres effets de lumière réfléchie auxquels donnent lieu les feuilles des arbres et les ardoises des toits sous une forte averse de pluie.

Schlagintweit remarque, en outre, que généralement la luminosité, de par sa faiblesse, n'était apparente que sur les taches de neige se profilant immédiatement sur le ciel sombre.

Réflexions et contrastes suffisent encore ici, nous semble-t-il, à expliquer les phénomènes.

Il y aurait toutefois lieu d'examiner avec soin si les neiges ne servent pas d'habitat à des microorganismes, tels qu'on en connaît dans des eaux même très froides, doués de propriétés phosphorescentes capables des effets décrits. La recherche est digne de tenter les micrographes.

Le second groupe des observations qui nous occupent est limité aux quelques heures qui suivent le déclin du jour.

Pour être plus difficiles à expliquer, les faits ne nous obligent cependant pas absolument à recourir à la théorie de la phosphorescence.

Toutes les observations ont été faites à grande distance, plusieurs kilomètres, toutes, après des journées radieuses, et autant qu'on en peut juger par les relations des auteurs, par de belles nuits étoilées, avec clair de lune éventuel.

Celle de M. Maurer, à Arosa, est embarrassante. La lueur décrite par cet excellent observateur semble avoir tous les caractères de ce qu'on appelle la lueur phosphorescente.

Etait-elle en relation avec les manifestations électriques et le mauvais temps qui suivirent?

La lueur décrite par M. Saratz présente les mêmes caractères. Une explication rationnelle fait défaut.

L'expérience seule nous montrera si la phosphorescence peut expliquer le phénomène. Nous examinerons ce point plus loin.

Les deux observations relatives à la Bernina, celle du Piz Corvatsch, faites après le coucher du soleil par des nuits claires (l'une d'elles à la nouvelle lune), n'offrent-elles pas une analogie frappante avec celles de M. Forel et que celui-ci n'a pas hésité à attribuer à un Alpenglühen non coloré.

En outre, la couche glacée qui, par un ciel serein, commence à se former sur les névés aussitôt le soleil couché, joue sans doute un rôle dans la manière dont la montagne réfléchit la lumière du couchant.

Les observateurs qui ont tenté d'expliquer par voie de phosphorescence les diverses constatations qui ont fait l'objet de notre étude n'ont pas été sans s'appuyer en quelque sorte sur les données du laboratoire, mais en en exagérant, croyons-nous, la portée.

La glace est-elle phosphorescente ?

Dans ses recherches sur la phosphorescence des corps, Placidus Heinrich a constaté une phosphorescence nette, mais faible, de la glace [1].

D'après Schlagintweit, neige et glace, mais surtout la glace en gros blocs, exposées au soleil à une température de plusieurs degrés au-dessous de 0° et transportées dans l'obscurité, montrent une faible phosphorescence. La lueur paraît être bleuâtre. Dans tous les cas, cette phosphorescence était de courte durée [2].

Que la glace en gros blocs soit plus phosphorescente que celle en petits morceaux peut paraître singulier. Schlagintweit a-t-il opéré dans une obscurité parfaite ?

Dans le but d'élucider quelques-uns de ces points, j'ai institué un certain nombre d'expériences auxquelles j'ai apporté autant de soin que possible.

N'ayant pas de phosphoroscope à ma disposition, j'ai usé de plaques photographiques au gélatino bromure d'argent (Lumière, marque bleue, extra-sensibles).

Dans une première série d'expériences, j'ai simplement mis la plaque sensible en présence du corps à étudier. Avec l'aide obli-

[1] Cité par Schlagintweit, loc. cit.

[2] Schlagintweit, loc. cit.

geante de mon ami M. C. Girardet, pharmacien-chimiste, j'ai procédé à une seconde série en employant un appareil photographique.

Les deux séries d'expériences ont donné des résultats identiques.

Exp. I. Par un clair après midi de février, j'ai détaché une plaque de neige en en laissant la surface intacte. C'était de la neige d'un jour, compacte, un peu grenue, légèrement fondante, et qui venait de subir une insolation.

Je l'ai transportée dans une pièce absolument noire et j'ai promené pendant 7 à 8 minutes une plaque photographique sur toute sa surface.

Au développement, la plaque n'a révélé aucune impression.

On pourrait faire à cette expérience l'objection suivante : La lumière diffuse émise par la neige était peut-être trop faible pour impressionner la plaque sans qu'on la concentre sur celle-ci.

Pour répondre à cette objection, j'ai institué l'expérience II.

Exp. II. J'ai pris un gros morceau de glace translucide, compacte et fondante; j'ai dressé à peu de distance mon appareil photographique qui m'en donnait une image réduite au quart environ. J'ai exposé le bloc à la lumière fournie par la combustion de 40 cm. d'un ruban de magnésium et aussitôt après j'ai démasqué l'objectif pendant 5 minutes.

Au développement, aucune impression.

Comme les suivantes, l'expérience a été faite dans un local absolument obscur; une plaque sensible découverte à moitié et servant de témoin est restée intacte.

Désireux de rechercher si la glace à basse température manifeste des propriétés phosphorescentes plus marquées, j'ai procédé aux deux expériences suivantes :

Exp. III. J'ai fait geler dans la chambre noire une bouillie d'eau et de neige grenue, au moyen d'un mélangée réfrigérant à —18° environ. Le gâteau de glace a été exposé à la lumière de 15 cm. d'un fil de magnésium, puis j'ai tenu en sa présence une plaque sensible pendant plusieurs minutes.

Au développement, aucune impression.

Exp. IV. J'ai reçu sur une plaque sensible l'image au $^1/_5$ environ d'un gâteau de glace, obtenu dans des conditions sembla-

bles, et qui venait de subir une exposition à la lumière de 50 cm. de ruban de Mg. La pose a duré 5 minutes.

Au développement, la plaque n'a décelé aucune impression.

Pendant les deux expériences, le gâteau a été maintenu dans le mélange réfrigérant.

Deux expériences directes ont été faites sur un gros bloc de glace fondante. Un des opérateurs l'éclairait au magnésium, l'autre, enfermé dans une chambre noire attenante, l'observait immédiatement après. Les deux expériences ont donné des résultats négatifs.

La courte durée de la phosphorescence constatée par tous les expérimentateurs dans de petits échantillons, ne cadre pas avec celle incomparablement plus longue des phénomènes qui nous ont occupé tout à l'heure.

Ce fait, et le fait aussi que la luminosité n'est jamais plus apparente que lorsqu'à un jour chaud succède une nuit très froide, ont amené H. Schlagintweit à penser que la congélation de l'eau pourrait bien être une source de phosphorescence, conformément à ce qu'on a constaté chez certains corps au moment de leur solidification.

Pour éclaircir ce point, j'ai procédé aux expériences suivantes :

Exp. V. J'ai plongé dans un mélange réfrigérant un récipient en fer battu à fond plat de 19 cm. de diamètre, contenant une couche de 7 à 8 mm. d'épaisseur de neige grenue et d'eau.

La solidification s'est faite en quelques minutes en présence d'une plaque sensible et sans que mes yeux, cependant accoutumés à l'obscurité du local, aient perçu la moindre trace de lumière.

Au développement, la plaque était intacte.

Exp. VI et VII. J'ai répété l'expérience V en employant l'appareil photographique qui me donnait une image au $^1/_5$ du récipient où s'opérait la congélation. L'expérience VI s'est faite en congelant une bouillie de glace pilée et d'eau, l'expérience VII en congelant une couche de 5 mm. d'eau.

L'objectif est resté démasqué pendant toute la durée de la congélation. (Exp. VII, 15 m.)

Au développement, les plaques n'ont décelé aucune impression.

Aucune lueur n'a été perçue pendant la solidification.

De cette étude expérimentale, nous devons tirer les conclusions suivantes :

Si la glace insolée est phosphorescente, soit à 0°, soit à une température notablement éloignée de son point de fusion, elle ne l'est pas dans une mesure plus grande que la plupart des corps chez lesquels le phosphoroscope a décelé une phosphorescence sensible, mais extrêmement courte.

Cette phosphorescence ne saurait expliquer les phénomènes de luminosité autrement plus intenses signalés par les observateurs.

Secondement, la congélation de l'eau ne développe pas une phosphorescence perceptible à l'œil par les moyens ordinaires. L'explication qui se basait sur elle doit donc être écartée.

Quoi qu'il en soit, il serait hautement à désirer qu'une personne disposant d'un outillage perfectionné reprît l'étude des propriétés de la glace à ce point de vue et refît, en les variant et les développant, les expériences ci-dessus.

Je conclurai en disant que jusqu'ici, la critique des observations recueillies, non plus que notre connaissance actuelle des propriétés phosphorescentes de l'eau congelée, ne nous autorisent pas à croire à une phosphorescence des neiges et glaciers et qu'il faut probablement chercher ailleurs l'explication de ces beaux phénomènes.

Du reste, nous recommandons chaudement à ceux qui savent voir d'être attentifs à leur apparition et d'en noter toutes les particularités : heure, durée, intensité, état du ciel avant, pendant et après ; position des astres.

Un grand nombre d'observations peut seul nous amener à une explication rationnelle.

Lausanne, 16 avril 1898.

SITUATION AU 31 DÉCEMBRE 1897

Compte général.

Recettes

Budget.		
Fr. 70 —	Contributions d'entrée.	Fr. 45 —
» 1980 —	Contributions annuelles	» 2118 —
» 2950 —	Intérêts des créances	» 3037 15
»	Excédent des dépenses	» 429 60
Fr. 5000 —		Fr. 5629 65

Dépenses

Budget.			
Fr. 2700 —	Bulletins N°s 122, 123, 124 et 125, impression, planches et brochage		Fr. 2825 35
» 350 —	Bibliothèque		» 542 70
» 500 —	Loyer		» 500 —
» 600 —	Fonds de Rumine, achat de livres, abonnements		» 869 40
» 850 —	Frais d'administration :		
	Impôts	Fr. 367 40	
	Annonces	108 50	
	Location du Musée . .	26 —	
	Trait. du secrétaire et du caissier	150 —	
	Timbres et débours divers	240 40	Fr. 892 30
Fr. 5000 —			Fr. 5629 75

ACTIF

10 délégations	Desplands de 1000 fr., 4 % . .	Fr.	10 000 —
4 »	Wyssbrod » 4 % . .	»	4 000 —
12 »	Hôtel Gibbon » 4 % . .	»	12 000 —
15 obligations	Emprunt vaudois de 500 fr. 3 ½ %	»	7 500 —
8 »	Marais de l'Orbe de 500 fr., 3 ½ %	»	4 000 —
1 délégation	Favre de 1000 fr., 4 % . . .	»	1 000 —
3 »	Cuénod de 1000 fr., 4 % . . .	»	3 000 —
2 obligations	Commune de Vevey de 1000 fr., 3 ½ %	»	2 000 —
2 »	Commune de Lausanne de 500 francs, 3 ½ %	»	1 000 —
2 »	Commune du Châtelard de 500 francs, 3 ½ %	»	1 000 —
6 délégations	Commune d'Orbe de 500 francs, 3 ¾ %	»	3 000 —
3 obligations	Caisse hypothécaire de 500 fr., 3 ½ %	»	1 500 —
1 »	Crédit foncier Franco-Canadien de 500 fr., 3,40 %	»	475 —
55 »	Jura-Simplon, de 500 francs, 3 ½ %	»	27 500 —
Valeur en capital.		Fr.	77 975 —
Rates d'intérêt		»	1 107 20
Solde à la Banque cantonale		»	1 755 —
» en caisse		»	10 80
		Fr.	80 848 —

PASSIF

Créanciers divers à ce jour	Fr.	335 70
Capital de la Société au 31 décembre 1897. .	»	80 512 30
	Fr.	80 848 —

Lausanne, le 1er juin 1898.

Le caissier,

A. RAVESSOUD.

RAPPORT DES COMMISSAIRES-VÉRIFICATEURS

pour l'année 1897.

La commission de vérification s'est réunie le 1er juin à la Bibliothèque pour examiner les comptes présentés par M. le caissier ; elle les a trouvés exacts et en bon ordre.

Le déficit de 429 fr. 60 provient en grande partie des dépenses nécessitées par la revision de la bibliothèque : reliures, achats d'ouvrages pour compléter les collections, etc. Cependant tous les chapitres des dépenses sont en augmentation et ce n'est que grâce à de nombreuses recrues que notre capital n'a pas diminué davantage. Nous attirons l'attention du comité sur cette situation qui lui prescrit la plus sage économie, afin que le legs de M. de Rumine ne descende pas au-dessous du chiffre réglementaire de 75000 fr.

Notre rentier n'a pas subi de modifications importantes l'an dernier, si ce n'est la transformation de 4 obligations 4 $^1/_4$ % de l'entreprise des Marais de l'Orbe de 1000 fr. en 8 obligations du même titre à 3 $^1/_2$ %. Cette opération a diminué la valeur de notre fortune de 115 fr. 85, mais ce placement étant de tout repos, le comité a sagement agi en acceptant la conversion de ces titres.

Au sujet de la bibliothèque, nous émettons le vœu que la 2me partie du catalogue sorte bientôt de presse pour permettre une meilleure utilisation de notre collection de livres ; nous recommandons en outre à notre bibliothécaire la mise à jour des deux catalogues manuscrits, qui seuls permettent des recherches utiles des nombreux ouvrages que nous possédons.

En résumé, nous recommandons à l'assemblée générale d'approuver les comptes de 1897, tels qu'il vous sont présentés, d'en donner décharge à notre caissier et de voter des remerciements à MM. Ravessoud et Lador pour la bonne gestion des intérêts qui leur sont confiés.

Aug. NICATI. — CURCHOD-VERDEIL. — P. ROSSELET.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

NOUVELLES PUBLICATIONS :

GUIDE

pour l'analyse chimique qualitative des substances minérales et des acides organiques et alcaloïdes les plus importants,

par Dr H. BRUNNER,

Professeur de Chimie à l'Université de Lausanne, Directeur de l'École de Pharmacie.

Deuxième édition, revue et augmentée. — 1 vol. grand in-4°. Prix : 5 fr.

ABAQUE LOGARITHMIQUE

POUR LE CALCUL DES CONDUITES D'EAU SOUS PRESSION

par A. van MUYDEN, Ingénieur civil.

Tableau à quadruple entrée, représentant la relation entre le diamètre des tuyaux, la pente de la ligne de charge par mètre de conduite, le débit et la vitesse de l'eau, un tableau avec texte explicatif, problèmes et exemples. — Prix : 1 fr. 50.

BARRAGE DU PERIYAR. BARRAGES EN VOUTES

par J. GAUDARD,

Professeur à l'Ecole des Ingénieurs.

Grand in-8°, avec planches. Prix : 1 franc.

PRÉCÉDENTES PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR :

Notes sur les types fondamentaux de poutres métalliques et sur le système cantilever. In-8° avec planche . . . . Fr. 2.50

Application du système cantilever aux halles métalliques. Halle des machines de l'exposition suisse en 1896. In-8° avec fig. . Fr. 1.—

Progrès des constructions maritimes. In-8° . . . . . » 1.—

Vues d'ouvrages d'art. Réparations de viaducs en maçonnerie. Perfectionnement des poutres métalliques. Bâches de ponts-canaux. Elargissement du Grand-Pont de Lausanne. Grand in-8° avec figures et 2 planches . . . . . Fr. 2.50

CARTE DU CANTON DE VAUD

ADOPTÉE PAR LE

DÉPARTEMENT DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Nouvelle édition revue et complétée. — 30me mille.

Prix : pliée, 60 cent.; collée sur toile, 90 cent.

EN PRÉPARATION :

La cinquième édition de la **Grande carte murale du Canton de Vaud**, augmentée des principales voies de communication, routes et chemins de fer, recommandée pour les bureaux, hôtels et pensions.

Prix, montée et vernie sur gorge et rouleaux. 20 francs.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

BIBLIOTHÈQUE DU NATURALISTE

ATLAS DE POCHE, AVEC TEXTE

Chaque volume, in-16°, relié toile souple, 6 fr. 50.

SÉRIE I

Plantes des Champs, des Prairies et des Bois à l'usage des promeneurs et des excursionnistes. — 158 figures coloriées sur 128 planches, et 23 planches noires d'arbres. Texte par R. SIÉLAIN.

SÉRIE II

Suite au précédent. — 131 figures coloriées sur 128 planches et 23 planches noires d'arbres. Texte par R. SIÉLAIN.

Les Oiseaux utiles ou nuisibles, suivi d'une étude d'ensemble sur les Oiseaux. Texte par le baron R. d'HAMONVILLE. — 72 planches coloriées et 4 planches noires, représentant 70 oiseaux, 28 œufs et 4 nids.

Les Insectes utiles ou nuisibles. — 322 figures coloriées sur 72 planches. Texte par L. DONGÉ. Dessins par L. PLANET.

Coquilles des Côtes de France, communes, pittoresques ou comestibles. — Texte par PH. DAUTENBERG, suivi d'un appendice sur les crustacés, oursins, anémones de mer et ses méduses. — 64 planches coloriées et 8 planches noires renfermant 235 espèces.

Flore coloriée à l'usage du touriste dans les montagnes de la Suisse, de la Savoie, du Jura et des Vosges. — 181 espèces figurées en couleurs sur 144 planches, 661 espèces décrites, par H. CORREVON, Directeur du Jardin alpin d'Acclimatation de Genève. 2e édition revue et améliorée. — Cette flore est faite pour servir dans tous les pays de montagne.

Les Papillons les plus répandus, suivi d'une étude d'ensemble sur les Papillons. — 280 figures coloriées sur 72 planches. Texte par le Dr Paul GIROD.

Les Champignons comestibles et vénéneux, les plus répandus. 37 figures coloriées (presque en grandeur naturelle) sur 38 planches. Texte par Paul DUMÉE, pharmacien . . . . . Fr. 4.—

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES SCIENCES NATURELLES

4e S. — Vol. XXXIV.

N° 129.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 2 planches. — Prix : 2 fr. 50.

Contenu :

Pages

Dr L. Pelet. — L'analyse des gaz des fumées et la combustion des calorifères à feu continu (planche III) 243

F.-A. Forel. — Les flaques d'eau libre dans la glace des lacs gelés . . . 272

A. Schenk. — Etude sur les ossements humains du cimetière burgonde de Vouvry (Valais) 279

Dr L. Pelet. — La combustion dans les fourneaux à pétrole et la viciation de l'air (planche IV) 287

PROCÈS-VERBAUX du 20 avril au 18 juin 1898.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1927
NATIONAL MUSEUM

LAUSANNE

LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND,

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Septembre 1898.

COMITÉ POUR 1898

Président :	MM. Borgeaud, A., dir. des Abattoirs,	Lausanne.
Vice-Président :	J. Amann, pharmacien,	id.
	Bugnion, E., prof., Souvenir,	id.
	Jaccard, Paul, av. de Menthon 12,	id.
	P. Vionnet, av. Bergières,	id.
Secrétaire :	Pelet, L., La Laurelle, Valentin,	id.
Bibliothécaire :	Lador, Henri, Musée géologique,	id.
Editeur du Bulletin :	Roux, F., Chalet Ferney 1,	id.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Curchod-Verdeil,	id.
	Nicati, pharmacien,	id.
	Rosselet, Chef d'institution,	id.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé, en copie lisible, à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus,* publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Bibliothécaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., maison de la Consommation, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXXIV. N° 129. 1898.

L'ANALYSE DES GAZ DES FUMÉES ET LA COMBUSTION DES CALORIFÈRES A FEU CONTINU

PAR LE

Dr L. PELET

(Planche III.)

Les calorifères à feu continu sont utilisés chaque jour davantage et, malgré les services qu'ils rendent, ils sont le sujet de critiques assez vives, souvent fondées. Ces critiques, qui s'adressent généralement à l'ensemble de ces appareils, seraient plus restreintes et moins générales si ces derniers étaient mieux connus. Il est vrai que, jusqu'à présent, ils ont été jugés d'après leurs apparences bien plus que d'après leurs qualités ou leurs défauts réels. Bien souvent l'on met sur le compte du calorifère ce qui est le fait de la cheminée ou de l'installation. C'est donc pour asseoir la critique sur des faits précis, pour rendre service aux constructeurs comme aux consommateurs que nous avons entrepris ce travail théorique. Nous essayerons de discuter leurs avantages, soit au point de vue économique, soit au point de vue hygiénique; car il est très désirable qu'il soit fait sur les moyens de chauffage d'appartements une étude complète, analogue à celle qui s'est faite pour les foyers des générateurs de vapeur.

Depuis nombre d'années, les propriétaires des générateurs de vapeur ont soumis les appareils qu'ils utilisent à une investigation scientifique des plus approfondie, cela afin d'éviter des accidents, ou une usure trop rapide et d'obtenir une meilleure utilisation du combustible. Ces travaux, commencés en Alsace, ont été couronnés de succès et s'effectuent partout aujourd'hui; les résultats importants auxquels on est arrivé prouvent, au

point de vue de l'économie ou de la sécurité, comme à celui de la construction des foyers et des chaudières, que l'on n'a pas fait fausse route.

A diverses reprises, quelques chimistes et quelques médecins ont examiné les calorifères en tenant seulement compte de leurs conditions hygiéniques; ces travaux n'envisageant qu'un seul point de vue de la question, nous avons entrepris une étude plus générale. Le travail que nous publions aujourd'hui pose les premières bases des résultats acquis.

*
* *

Nous donnons ici le résumé des travaux antérieurs aux nôtres et les conclusions qui en ont été tirées.

En France, cette question fut à l'ordre du jour en 1880, et les premières études ont porté sur le poêle américain ou poêle mobile, dont l'emploi s'était répandu depuis l'exposition universelle de 1878.

Le poêle américain est un appareil à combustion lente monté sur des roulettes. Il se place devant les cheminées d'une façon très simple. On munit l'orifice de ces dernières d'une plaque de tôle percée d'un trou à la hauteur de la buse du poêle, et l'on engage l'extrémité du tuyau des fumées de l'appareil dans l'orifice en question. Cette disposition est excessivement dangereuse. Le tirage du poêle à combustion lente est par lui-même faible; il est encore affaibli en introduisant les fumées dans une cheminée très large, dont la fermeture n'est pas hermétique, où les gaz, refroidis et noyés dans une atmosphère d'air froid, peuvent aussi bien descendre que monter. C'est certainement à ce fait que furent dus un grand nombre d'accidents.

Les fumées des poêles américains ont été analysées par Boutmy, en 1880 [1]; voici le résultat:

Oxyde de carbone . .	16.7050
Anhydride carbonique	9.34
Anhydride sulfureux .	0.0004
Azote, vapeur d'eau .	73.9546

L'auteur n'a pas indiqué la méthode de dosage qu'il a employée, ni les conditions dans lesquelles le poêle se trouvait au

[1] « Annales d'hygiène publique », 1880, 3e série, tome III, p. 480. — E. Boutmy, *Le poêle américain, ses dangers.*

moment de la prise de gaz, et il est permis de croire que le résultat indiqué ne représente aucunement la moyenne de la composition des gaz des fumées [1].

Le Dr Brouardel et G. Pouchet ont analysé, dans la même année, les gaz des fumées d'un poêle mobile Choubersky. La disposition de ce poêle était semblable à celle du poêle américain.

Voici les résultats obtenus [2] :

	Petite marche, remué chaque heure.		Grande marche, non remué.
Anhydride carbonique .	12	14	13
Oxygène	3	4	4
Oxyde de carbone . .	9	10	10
Azote	76	72	73

Pendant plusieurs années, les poêles mobiles ou plutôt leurs installations défectueuses se signalèrent par une série d'accidents sans que les hygiénistes ou les chimistes ne leur intentent un procès en règle. C'est en 1889 que les travaux de MM. Dujardin-Beaumetz et de St-Martin d'un côté, et ceux de M. F. Marié-Davy de l'autre, reprirent cette question ; les résultats de leurs analyses furent discutés par l'Académie de médecine.

Analyses de MM. Dujardin-Beaumetz et de St-Martin, en 1889 [3] :

Combustion du coke.	CO^2 %	CO %	$CO : CO^2$
1. Petite marche normale de jour	15.26	0.55	0.036
2. » le matin, poêle non remué	4.00	3.94	0.985
3. Petite marche le jour, sans plaque obturatrice	16.54	0.60	0.036
4. Grande marche le jour, remué chaque heure	9.67	1.17	0.121
5. Grande marche le matin, n'a pas été remué depuis minuit .	3.10	0.75	0.240
6. Tirage forcé	14.20	7.20	0.507

[1] Ce résultat est rendu d'autant plus extraordinaire par le fait que l'oxygène serait complètement brûlé.

[2] *Revue d'hygiène,* 1889, p. 385.

[3] « Annales d'hygiène publique », *Le chauffage des habitations,* A. Chantemesse, 1890, t. XXIV, 3e série, p. 521.

Combustion de l'anthracite.	CO^2 %	CO %	$CO : CO^2$
7. Marche normale de jour . . .	13.65	0.51	0.043
8. » de nuit . . .	5.57	2.38	0.427
9. Partie supérieure du poêle . .	9.65	1.26	0.131

Analyses de M. F. Marié-Davy [1] :

	CO^2 %	CO %	$CO : CO^2$
1. Petite vitesse, chargement plein	14.05	0.72	0.055
2. »	13.20	0.44	0.033
3. Refoulement par obturation .	6.00	0.64	0.105
4. Le matin, sans être remué . .	8.56	1.98	0.232

Ces résultats sont comparés à ceux d'une cheminée ordinaire (au coke), où la quantité de bioxyde de carbone a été trouvée égale à 2.87 % et celle de l'oxyde de carbone 0.32 %.

MM. Dujardin-Beaumetz et de St-Martin ont tiré de leurs analyses la conclusion suivante : la quantité d'oxyde de carbone est plus grande à la fin de la nuit et augmente avec la vitesse de combustion.

Le 5 février 1889, M. le Dr Lancereaux proposait à l'Académie de médecine d'autoriser les poêles mobiles, où le tirage soit suffisant pour transformer complètement le carbone en bioxyde de carbone, ce qui est impossible pratiquement.

Le 26 mars 1889, le Dr Vallin exprimait l'opinion qu'il valait mieux prévenir le danger par une association de protection sanitaire dans laquelle le propriétaire ou le locataire payerait une petite finance pour qu'une commission soit chargée de contrôler la salubrité et le bon fonctionnement de toutes les parties de l'habitation.

Le 27 avril 1889, le conseil de salubrité proposa les considérations suivantes : Ne pas employer les poêles économiques à faible tirage dits « poêles mobiles » dans les chambres à coucher et les pièces adjacentes. Leur emploi est dangereux dans des pièces où se trouvent des personnes d'une façon permanente, où la ventilation n'est pas assurée par des orifices constamment et directement ouverts à l'air.

Le tirage doit être garanti par des tuyaux d'une section utile et d'une hauteur suffisantes. Les orifices de charge doivent

[1] *Journal d'hygiène*, 1889, p. 199, et *Revue d'hygiène*, 1889, p. 385.

être clos hermétiquement et l'on doit ventiler après chaque charge.

Nous ajoutons ici le résultat d'une série d'analyses obtenues par Fischer [1] avec un calorifère à feu continu ; elles contiennent les observations de la température. Le thermomètre était placé dans le canal des fumées, un peu au-dessus du fourneau.

Ces analyses ont été exécutées l'une après l'autre dans le courant de la même soirée, à la 3e et à la 7e prise de gaz, il fut ajouté du combustible :

CO^2	CO	O	Az	t°
12.5	0	8	79.5	240°
12.6	0	7.9	79.5	241°
11.5	0	9.1	79.4	240°
11.8	traces	8.4	79.8	201°
13.7	0	6.4	79.9	234°
14.1	0	6.2	79.7	242°
13.6	0	6.7	79.6	248°
13.5	0	6.9	79.6	206°
13.4	0	7.2	79.5	229°

Fischer a constaté qu'en ouvrant les portes du calorifère la température des gaz des fumées s'élevait rapidement, de sorte que l'on était obligé d'enlever le thermomètre, tandis que, par suite de l'élévation de la température, la teneur en anhydride carbonique diminuait constamment, comme l'indique l'analyse suivante :

Anhydride carbonique	8.4 %
Oxyde de carbone . .	0 »
Oxygène	12.3 »
Azote	79.3 »
Température des gaz .	344°

Il n'est pas possible de comparer ces divers résultats, qui sont souvent contradictoires, les conditions dans lesquelles ils ont été obtenus variant considérablement d'un auteur à l'autre et d'un calorifère à l'autre. En outre, les analyses ne sont pas assez nombreuses et la conclusion tirée d'un seul fourneau a été trop facilement généralisée par l'expérimentateur.

Nous avons étudié cinq appareils différents dans des condi-

[1] Wagner, *Chimie industrielle*, 1892, tome II, p. 790.

tions aussi semblables que possible; nous en donnons les résultats précédés de considérations générales sur la construction et la combustion des inextinguibles et suivis d'appréciations et de conseils sur ces appareils et leurs installations.

* * *

Le calorifère à feu continu se compose en principe d'une trémie cylindrique servant au chargement et à la réserve du combustible. Le combustible y est contenu en quantité variable et descend au fur et à mesure de la combustion sous l'action de la pesanteur. La partie inférieure de la trémie est une pièce d'acier réfractaire (au manganèse), portant fréquemment de fortes nervures radiales et pouvant supporter la température la plus élevée du foyer sans se détériorer sensiblement.

Le combustible tombe dans la corbeille où il est maintenu au contact de l'air qui pénètre en quantité variable par l'orifice du cendrier placé au-dessous.

La corbeille est en acier réfractaire, comme la partie inférieure de la trémie; sa profondeur ne doit pas dépasser $0^{m}15$ dans les petits appareils et il est inutile que les barres qui la composent soient renforcées en leur milieu. L'espace entre chaque barreau ne doit être ni trop grand ni trop petit, mais égal à la largeur du barreau qui est de 1.5 cm.

La partie inférieure de la corbeille est généralement fermée par une grille circulaire et mobile qui doit être agitée de temps en temps, afin de débarrasser la corbeille de la cendre qui y est contenue.

Les combustibles que l'on utilise dans ces appareils sont de l'anthracite ou du coke et à la rigueur des houilles maigres à courte flamme [1]. Le charbon allumé dans la corbeille se trouve en présence de l'air froid qui le pénètre et traverse la masse en le brûlant peu à peu. L'air ne peut pas traverser partout également la masse de charbon; sur les bords où l'épaisseur de la couche du combustible est minimum, il passe en plus grande

[1] On vend, particulièrement dans les villes, sous le nom d'anthracites, des houilles maigres à courte flamme, contenant une forte proportion de matières inertes qui augmentent les déchets compris sous le nom de cendres; ces cendres abondantes qui les rendaient inutilisables autrefois, leur donnent la faculté de brûler très lentement. Ces houilles sont très employées dans les appareils de chauffage domestique. (Denfer, *Fumisterie*, p. 21.)

quantité à cause du moindre frottement et c'est là que se trouve la plus grande quantité d'oxygène non comburé. Là où la couche présente une épaisseur moyenne, la combustion est la plus parfaite et se fait principalement d'après l'équation

$$C + O^2 = CO^2.$$

Au centre, où la couche de combustible est maximum, l'air pénètre plus difficilement; dans cette partie axiale l'air, en brûlant le charbon des couches sous-jacentes, forme surtout du bioxyde de carbone, mais dans les couches moyennes et supérieures, au contact du charbon incandescent, les conditions sont favorables à la réduction du bioxyde de carbone en oxyde de carbone d'après l'équation

$$CO^2 + C = 2CO.$$

En outre, l'oxyde de carbone peut se former directement par combustion incomplète du charbon

$$C + O = CO$$

si le calorifère est mal construit et le tirage faible ou défectueux.

Il se produit aussi une action dont l'importance ne doit pas échapper, c'est la distillation partielle du combustible dans la partie inférieure de la trémie de chargement.

D'après certains modes de construction, la partie inférieure de la trémie porte, comme nous l'avons dit plus haut, de fortes nervures radiales.

Cette pièce, ainsi que les nervures, doit certainement par sa forme et sa position jouer un rôle important dans la combustion ultérieure de l'oxyde de carbone ou des gaz produits par la distillation. A son contact, les gaz incomplètement brûlés et l'oxygène contenu dans les fumées sont intimement mélangés et si cette partie inférieure de la trémie est portée au rouge vif, elle favorise une combustion plus complète.

* * *

Les gaz qui s'échappent du foyer constituent les fumées. Théoriquement, pour un kilogramme de charbon pur, il devrait être admis 8.80 mètres cubes d'air pour obtenir la combustion parfaite, c'est-à-dire la transformation intégrale de l'oxygène en

bioxyde de carbone et la composition des gaz des fumées en % du volume serait 20.8 % CO^2 et 79.2 % d'azote.

En pratique, dans les meilleures combustions, on constate qu'un kilogramme de combustible brûle avec 14 m^3 d'air au minimum et la composition des gaz des fumées varie suivant le combustible et le tirage.

Scheurer-Kestner[1] donne les chiffres suivants pour l'analyse complète des gaz des fumées d'une houille ordinaire brûlant normalement :

Bioxyde de carbone . . .	11.0 %
Oxygène	6.0 »
Oxyde de carbone	0.3 »
Hydrogène	0.5 »
Carbures d'hydrogène . .	0.2 »
Azote	74.6 »
Vapeur d'eau	7.4 »

Les gaz des fumées contiennent, en outre, très souvent des quantités très petites d'anhydride sulfureux, d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque.

Nous avons eu l'occasion de constater la présence de ces gaz et leur influence dans un canal de cheminée en béton de plâtre dans le cas suivant. En 1895, un fumiste nous remettait une masse grisâtre, trouvée dans le coude d'une cheminée en béton de plâtre, en quantité suffisante pour obstruer complètement le canal des fumées. Ce produit analysé se trouvait être formé de sulfate de calcium, de sulfure d'ammonium et de suie. La présence du sulfate de calcium s'expliquait facilement ; la cheminée se refroidissait suffisamment pour condenser une partie de la vapeur d'eau des fumées. L'eau condensée dissolvait petit à petit le plâtre et la solution de gyps s'écoulait jusqu'au coude placé plus bas ; la chaleur des fumées était en ce point suffisante pour évaporer l'eau et le sulfate de calcium se déposait. La présence de ce bouchon, le coude du canal, ainsi que la basse température facilitaient la précipitation sous forme de sulfure d'ammonium des petites quantités d'hydrogène sulfuré et d'ammoniaque des gaz des fumées. A la longue, ce dépôt a augmenté tant et si bien qu'il obstruait presque complètement le canal au moment de sa reconstruction.

La présence de l'anhydride sulfureux peut être reconnue par

[1] Ser. *Physique industrielle,* I, p. 548.

le dosage de très grandes quantités de gaz. C'est à l'anhydride sulfureux que l'on doit attribuer l'action détériorante des fumées sur les canaux en poteries de qualités inférieures et leur action corrosive sur les canaux de fonte.

Dans le contrôle d'une chaufferie, une analyse aussi complète que celle de Scheurer-Kestner n'est pas nécessaire. Il est suffisant de déterminer la quantité de bioxyde de carbone, d'oxyde de carbone et d'oxygène dans les gaz des fumées secs.

Quant à l'hydrogène et aux hydrocarbures, leur quantité étant très faible, surtout dans la combustion de l'anthracite et du coke, on peut les négliger.

Pour la vapeur d'eau, vu les difficultés pratiques du dosage et les grandes erreurs que l'on peut faire, on préfère calculer la quantité d'eau introduite dans le fourneau à l'état d'eau hygrométrique de l'air et d'eau hygrométrique du combustible et y ajouter l'eau provenant de la combustion complète de l'hydrogène du combustible.

* * *

Le dispositif que nous avons employé pour la prise des gaz est le suivant : A l'entrée du canal des fumées dans le mur, nous avons fixé un thermomètre et un tuyau d'aspiration plongeant l'un et l'autre jusqu'au milieu du canal. Le tuyau d'aspiration, sur le parcours duquel nous avions placé un flacon laveur, était relié à une trompe d'Alvergniat et sur ce tuyau un embranchement établissait la communication avec la burette à gaz.

Avant de faire la prise de gaz, la trompe était mise en activité, et lorsque au bout de 3-5 minutes nous étions certains que les gaz du tuyau d'aspiration possédaient bien la composition des fumées du canal, nous ouvrions le robinet inférieur de la burette, afin de permettre l'écoulement de l'eau et sa substitution par le gaz.

La burette que nous avons utilisée est un appareil de Bunte.

Les gaz de la burette étaient à la pression atmosphérique et la température celle du laboratoire. Les précautions d'usage étant prises, l'anhydride carbonique était dosé par la potasse caustique, l'oxygène par le pyrogallate de sodium et l'oxyde de carbone par le chlorure cuivreux ammoniacal.

La différence obtenue, en déduisant du volume total la somme de l'anhydride carbonique, de l'oxyde de carbone et de l'oxygène, était comptée comme azote.

Nous avons ainsi analysé dans des conditions variées les gaz des fumées de 5 calorifères de différents modèles. Afin de rendre les résultats comparables, nous avons placé les appareils à l'étude en communication avec la même cheminée, sauf pour le calorifère H, qui communiquait avec une excellente cheminée placée dans un mur de refend.

Les conditions atmosphériques, pression barométrique, température, insolation, direction du vent, agissant de toutes façons sur les calorifères, et leur action spécifique n'étant pas encore nettement déterminée, nous ne pouvons pas attacher aux résultats obtenus toute l'importance désirable. Les comparaisons approchées et les résultats obtenus serviront de base aux travaux subséquents qui dégageront si possible l'influence de chacune des actions précitées.

* * *

Le volume des fumées par kilogramme de combustible est calculé de la façon suivante : Si n représente le volume d'anhydride carbonique en °/₀, p celui de l'oxyde de carbone par mètre cube, r la quantité de carbone non brûlé par kilogramme et c la proportion de carbone du combustible, un mètre cube de ces gaz renferme

$$10\,(n+p)\,0.538+r \quad \text{kilog de carbone,}$$

et 1 kilogramme donnera V mètres cubes ou

$$V=\frac{c\times 100}{(n+p)\,0.538+r.}$$

La perte de chaleur par kilogramme de combustible s'obtient en multipliant la quantité de chaque gaz par la chaleur spécifique et par la différence des températures des gaz des fumées et de l'air.

$$P=\frac{V}{100}\,(t\text{-}t')\left[n\times 0.414+(p+a)\,0.308+0.387\times e\right]$$

calories

où e désigne le volume de la vapeur d'eau et a le volume d'oxygène; le volume de la vapeur d'eau est obtenu [1] par la formule

$$e=\frac{9\,H+W}{100}.$$

[1] Muspratt, III, *Gaz Analyse,* p. 1050.

où H représente le % d'hydrogène du combustible et W l'eau hygrométrique du combustible.

1re série d'analyses.

Cette série a été obtenue par l'analyse des gaz des fumées se dégageant d'un fourneau à repasser (fig. 1). Nous avons tenu à commencer par cet appareil, car il représente un calorifère réduit à sa plus simple expression. Réservoir à charbon, grille, cendrier, en principe tout le calorifère est là, mais sous une forme imparfaite et manquant de tout moyen de réglage. Nous devions attendre que le fourneau prenne de lui-même son état d'équilibre en tirage faible lorsqu'il brûlait mal, ou en tirage moyen normal alors que toute la masse de charbon était incandescente.

La prise de gaz et le thermomètre étaient fixés dans le tuyau, à 1m75 de la buse.

	I Tirage faible.	II Tirage moyen.
Anhydride carbonique	6.8 %	11.44
Oxyde de carbone	1.4	0.49
Oxygène	11.7	5.92
Azote	80.1	82.15
$\frac{CO}{CO^2}$	0.206	0.0437
Température des fumées . . .	90°	175°
Volume des fumées par kg. de charbon	24.4 m³.	18.11 m³.

Dans l'essai n° 1, le fourneau marchait mal, la partie supérieure de l'anthracite était à peine rouge sombre, la couche de combustible ne mesurait que 15 cm. Dans l'essai n° 2, la couche d'anthracite était de 15-20 cm. et toute la masse était incandescente.

La perte était en moyenne de 9-10 % de la chaleur dégagée par 1 kilogramme de combustible.

Notons aussi que dans l'essai n° 2 la combustion était relativement bonne, tandis que dans l'essai n° 1 (tirage faible), la quantité d'anhydride carbonique avait considérablement diminué, tandis que l'oxyde de carbone avait augmenté dans d'assez fortes proportions.

Ce fourneau, avec lequel nous avons obtenu de bons résultats, est en lui-même défectueux, parce qu'il ne possède aucun appa-

reil de réglage, il ne ferme pas hermétiquement, aussi laisse-t-il entrer trop d'air lorsque le tirage diminue. Sa combustion ne peut être égale plusieurs heures durant qu'à la seule condition d'être rempli de combustible. Lorsque l'intensité de la combustion diminue, la masse incandescente, ne résistant pas à l'afflux d'air, s'éteint facilement.

2e série.

Ce poêle, que nous désignerons par la lettre I (fig. 2), est un petit appareil à tuyau de chargement vertical. Les fumées s'élevaient à la partie antérieure dans une série de tubes de cuivre jusqu'à la partie supérieure du calorifère et descendaient à la partie postérieure par une série de tubes de cuivre jusqu'à la buse. La corbeille mesurait 20 cm. de diamètre et 10 cm. de profondeur. La prise de gaz et le thermomètre étaient fixés dans le tuyau à $3^{m}60$ de la buse. La cheminée proprement dite se trouvait placée dans le mur extérieur de la maison.

Les analyses ont été faites à des heures et des jours différents; nous les indiquons à la tabelle 1 en les groupant d'après le tirage, en allant du tirage minimum au tirage maximum, la plus ou moins grande ouverture de la vanne d'entrée de l'air déterminant un tirage plus ou moins considérable.

Ce calorifère est théoriquement un excellent appareil, puisque la température des fumées à leur entrée dans la cheminée était en moyenne de 50°-70°; il en résulte que la perte était minime, en moyenne le 5-10 °/₀ du rendement théorique par kilogramme de combustible. Un rendement si élevé n'est utile qu'au point de vue économique; au point de vue physique, les fumées dont la température est si peu élevée ne peuvent établir un tirage actif et régulier; il en résulte, si je puis m'exprimer ainsi, que la cheminée est complètement maîtresse de l'appareil.

Nous pouvons comparer cet appareil à une machine sans volant; les moindres perturbations atmosphériques modifiaient sa marche et très souvent il s'éteignait. Comme le montrent les résultats, il ne résiste pas aux afflux d'air, la teneur en CO^2 des fumées et par conséquent la combustion diminuent avec un fort tirage.

Le volume des fumées par kilogramme de combustible variait de 16 à 32 m.³; ce résultat, si peu élevé, est excellent au seul point de vue économique.

Il y a toujours présence d'oxyde de carbone; les quantités ont

Résultats du calorifère I.

Tabelle 1.

No	Ouverture de la vanne.	Température des fumées.	Anhydride carbonique	Oxyde de carbone.	Oxygène.	Azote.	$\frac{CO}{CO^2}$	OBSERVATIONS
1	Fermée.	45°	3.61	2.41	14.05	79.93	0.668	Brûle lentement. 8 h. du soir.
2	»	40°	4.61	1.75	12.82	80.82	0.369	Brûle lentement. 9 h. du soir.
3	3 tours.	57°	7.6	1.94	7.86	82 60	0.256	Vient d'être chargé.
4	»	37°	8.6	0.4	11.4	79.6	0.058	Feu ralenti.
5	4 tours.	57°	12.2	0.4	7.6	79.8	0.038	Feu plus vif.
6	5 tours.	80°	8.86	0.8	11.4	78.04	0.09	Brûle bien.
7	6 tours.	105°	8.33	2.93	11.1	77.64	0.354	Température des gaz élevée, fin de charge.
8	7 tours.	68°	7.31	0.79	12.45	79.45	0.108	Vient d'être chargé; thermomètre descendu de 120° à 68° en une demi-heure.
9	8 tours.	75°	6.17	3.38	11.56	78.89	0.548	Même condition que n° 8. 1 heure après.
10	»	95°	6.22	0.60	12.44	80.74	0.097	Même » » 8. 2 heures après.
11	Complètement ouverte.	48°	2.8	0.4	16.3	80.5	0.70	Plaque obturatrice enlevée.

varié de 0.4 à 3.38. Il paraît être en plus grande quantité, lorsque le tirage est faible, la vanne étant fermée, ainsi qu'à la fin de la nuit, comme l'indique l'analyse suivante, prise à 7 h. du matin, après que le calorifère a passé la nuit sans être remué et sans s'éteindre, malgré un fort vent S.-O.

Acide carbonique. . .	4.33 %
Oxyde de carbone . .	1.81 %
Oxygène.	15.68 %
Azote.	78.18 %
$CO : CO^2$	0.418

La variation de la quantité de l'anhydride carbonique avec le tirage est intéressante à observer.

Tirage minimum. .	3.6— 4.6 %
Tirage moyen . .	7.5—12.2 %
Tirage maximum .	7.3— 2.8 %

Le meilleur effet utile pour ce calorifère était obtenu avec un tirage moyen correspondant à 3-5 tours de vanne.

3e série.

Ce calorifère, que nous désignons par H (fig. 3), est formé d'une corbeille de 25 cm. de diamètre et 12 cm. de profondeur. L'anthracite tombait d'une trémie de chargement verticale dans la corbeille et les fumées étaient dirigées directement dans le canal d'évacuation. L'enveloppe extérieure de ce calorifère était munie, outre la vanne qui fermait le cendrier, de 7 portes mobiles garnies de fenêtres de mica. Aucune de ces portes ne fermait hermétiquement.

Le canal de cheminée, installé dans un mur de refend, subissait peu l'action de l'atmosphère extérieure ; il était en très bon état et tirait excessivement bien.

La prise des gaz et le thermomètre étaient placés dans le canal, à l'entrée de la cheminée, à 3^m80 de la buse du fourneau.

Nous indiquons les principaux résultats obtenus à la tabelle 2. Ils sont indiqués en allant du tirage minimum au tirage maximum.

Le volume des gaz des fumées varie de 37 à 65 m.^{3} par kilogramme de combustible, le chiffre moyen est de 57 m.^{3}. La température des gaz à l'entrée du canal de cheminée varie de 70° à

Résultats du calorifère H.

Tabelle 2.

N°	Vanne.	Température.	Anhydride carbonique Vol %	Oxyde de carbone. Vol %	Oxygène. Vol %	Azote. Vol %	$\frac{CO}{CO^2}$	OBSERVATIONS
1	Fermée.	105°	1	0.6	19.2	79.2	0.6	10 h. matin. Va bien. Nettoyé depuis 2 heures.
2	»	108°	1.8	1.6	17.00	79.6	0.888	10 h. matin. Battu depuis ½ heure.
3	1 tour.	109°	2.67	0.8	18.52	78.1	0.296	4 h. soir. Chargé depuis 2 heures.
4	»	124°	2.99	1.16	16.1	79.7	0.387	11 ½ h. matin. Brûle mal. Vient d'être chargé.
5	2 tours.	104°	3.63	0.8	16.3	79.27	0.220	6 h. soir. Chargé depuis 1 heure.
6	»	115°	3.56	1.19	17.4	77.85	0.333	1 h. soir. Battu depuis 1 heure.
7	3 tours.	124°	3.6	1.00	17.7	78.7	0.28	4 h. soir. Marche normale. Mêmes conditions.
8	4 tours.	148°	3.12	0.9	15.68	80.2	0.29	5 h. soir. Va bien. Allumé depuis 2 heures.
9	5 tours.	178°	3.4	1.00	15.0	80.6	0.295	Brûle bien, 1 h. soir.
10	6 tours.	118°	3.58	1.59	15.1	79.73	0.444	2 h. soir. Vient d'être chargé. Brûle plus lentem.
11	8 tours.	109°	3.56	1.39	16.02	79.03	0.389	3 h. soir. Va bien. Chargé depuis 1 heure.
12	12 tours.	110°	3.03	0.98	16.5	79.49	0.323	12 h. jour. Chargé depuis 3 heures.
13	»	140°	3.71	2.15	14.9	79.24	0.580	10 h. matin. Nettoyé depuis 1 heure.
14	Grand ouvert.	124°	2.28	1.2	17.4	79 12	0.526	5 h. soir. Brûle très bien.
15	»	148°	2.35	1.00	16.3	80.35	0.426	6 h. soir. Brûle moins fort.
16	»	230°	3.1	1.1	13.07	81.9	0.335	7 h. soir. Brûle très bien.

200°, en moyenne de 105 à 125°. La perte, très considérable, est de 17 à 30 °/₀.

Comme l'indiquent les résultats obtenus, ce calorifère est très défectueux. La combustion varie à peine avec n'importe quel tirage.

Pour le tirage minimum, nous obtenons de 1 —3 °/₀ CO^2
Avec le tirage moyen . . . . . 3 —3.6 °/₀ CO^2
Avec le tirage maximum. . . . . 3.6—2 °/₀ CO^2

Nous croyons pouvoir attribuer ce fait à ce que ce calorifère était accouplé à une cheminée excellente, à fort tirage, ne subissant que très peu l'influence de l'air froid extérieur, puisqu'elle était placée dans un mur de refend. D'un autre côté, le fourneau était, comme nous l'avons vu, muni de 7 portes ne fermant pas hermétiquement. Il s'ensuit que l'air entrait en grande quantité dans l'appareil, mais qu'une faible partie pénétrait le charbon et prenait part à la combustion. L'air employé à la combustion ne devant pas dépasser 40 m.³ par kilogramme de combustible, nous pouvons considérer ce poêle bien plus comme un excellent ventilateur que comme un bon appareil de chauffage.

La quantité d'oxyde de carbone était beaucoup plus grande que dans n'importe quel autre fourneau soumis à notre examen; elle varie de 0.6 à 2.3, ce qui est énorme comparé à la petite quantité de bioxyde de carbone formée, aussi le rapport $CO : CO^2$ s'élève à 0.22 au minimum et 2 au maximum.

Les chiffres suivants donnent le résultat de deux analyses faites le matin, alors que le calorifère n'avait pas encore été touché :

	I	II
Anhydride carbonique . .	1 °/₀	1.19 °/₀
Oxyde de carbone. . . .	2 °/₀	2.37 °/₀
Oxygène	18.3 °/₀	18.42 °/₀
Azote	78.7 °/₀	78.1 °/₀
$CO : CO^2$	2	2
Température	72°	58°

Comme dans la série d'essais n° 2, nous constatons que l'anhydride carbonique est maximum avec le tirage moyen.

Nous avons aussi remarqué dans cette série comme dans les autres que la quantité de bioxyde de carbone est plus grande au milieu de la journée.

La température des gaz augmente avec le tirage, elle est aussi

très élevée quand la quantité de combustible diminue. Ceci est d'ailleurs un phénomène général à tous les poêles à feu continu; lorsqu'il ne reste plus qu'nne quantité insuffisante d'anthracite et que ce dernier est porté au rouge, la température des gaz s'élève continuellement jusqu'à un maximum qui dépend de chaque appareil.

4e série.

Le calorifère que nous avons utilisé dans cette série d'essais et que nous désignons par B (fig. 4) est un appareil de hauteur moyenne dont la corbeille a 25 cm. de diamètre; les gaz de la combustion en tirage direct s'échappent directement dans la buse de dégagement et en tirage indirect s'élèvent dans le fût par un canal spécial à la partie antérieure et redescendent par un canal analogue à la partie postérieure, puis s'échappent par la buse. Le canal des fumées à l'intérieur du calorifère est revêtu extérieurement d'un manchon d'argile autour duquel l'air froid circule, se réchauffe et s'échappe dans l'atmosphère de la chambre. Au centre, se trouve la trémie de chargement verticale, entourée par une circulation d'air, qui la sépare complètement des canaux où circulent les fumées.

La cheminée qui correspondait à l'appareil était la même que dans les séries 1 et 2, elle est placée dans un mur extérieur et exposée au levant. La prise des gaz et le thermomètre étaient fixés dans le canal à l'entrée de la cheminée dans le mur, à 3m60 de la buse.

Les principaux résultats obtenus sont consignés à la tabelle 3.

Le calorifère utilisé dans cette série d'essais représentait réellement l'appareil à feu continu ou inextinguible, car pendant les deux mois que nous l'avons eu en expérience il ne s'est jamais éteint; étant plus volumineux, il brûlait une quantité de combustible un peu supérieure aux autres poêles, mais de tous, c'est celui qui nous a donné les meilleurs résultats et que nous considérons comme le meilleur.

Le volume des gaz des fumées a varié de 16.6 à 46 mètres cubes par kilogramme de combustible (moyenne 20 m.³). D'une façon générale, les résultats montrent que la température des fumées à l'entrée de la cheminée augmente du tirage minimum au tirage maximum. Elle a varié de 36° à 138°; elle augmente aussi au fur et à mesure que la quantité de combustible diminue dans la trémie de chargement (essais n° 17 à n° 21). La perte

Résultats du calorifère B.

Tabelle 3.

N°	Vanne.	Température.	Anhydride carbonique Vol %	Oxyde de carbone. Vol %	Oxygène. Vol %	Azote. Vol %	$\frac{CO}{CO^2}$	OBSERVATIONS
1	Fermée.	40°	3.0	1.0	16.1	79.9	0.33	9 h. 50 matin. Tirage indirect. Chargé dep. 2 h.
2	»	50°	3.6	0.4	15.9	80.1	0.11	3 h. 15 soir. Pas touché depuis 6 heures.
3	»	45°	3.35	0.4	16.3	79.95	0.119	4 h. soir. Battu il y a ¾ d'heure.
4	»	38°	4.7	0.7	15.1	79.5	0.15	8 h. soir. Chargé depuis 4 heures.
5	½ tour.	33°	5.54	1.19	13.5	79.77	0.240	10 h. 30 matin. Chargé depuis 1 heure.
6	»	32°	4.92	1.37	13.6	80.11	0.280	11 h. 15 matin. Brûle lentem., chargé dep. 1 ½ h.
7	»	28°	5.11	0.98	15.13	78.78	0.194	2 h. 55 soir. Nettoyé 40 min. avant.
8	»	31°	4.88	2	14.8	78.32	0.416	3 ½ h. soir.
9	»	29°	5.8	0.8	13 0	80.4	0.138	4 h. 10 soir. Corbeille à demi pleine.
10	»	28°	4.2	1.8	14.4	79.6	0.429	4 h. 50 soir. Corbeille à demi pleine.
11	»	28°	5.6	1.6	12.2	80.6	0.285	5 h. 20 soir. Fin de charge.
12	1 tour.	45°	8.16	2.39	9.96	79.49	0.293	2 h. 15 soir. Chargé depuis 4 heures.
13	»	68°	6.9	1.85	10.7	80.55	0.26	4 h. 20 soir. Chargé depuis ½ heure.
14	1 ½ tour.	46°	9.2	0.6	10.0	80.2	0.06	9 h. 20 soir. Chargé depuis 2 heures.
15	»	80°	10.4	1.6	9.8	78.2	0.154	12 h. jour. Tirage direct, chargé depuis 3 h.
16	»	75°	10.4	2.8	7.6	79.2	0.27	5 ½ h. soir. Tirage indirect. Vient d'être chargé.
17	2 tours.	85°	10.7	3.6	7.8	77.9	0.337	1 h. 35 soir. Chargé depuis 1 heure.
18	»	90°	10.7	1.9	8.0	79.4	0.183	2 h. 20 soir. Battu ½ heure auparavant.
19	»	91°	11.4	2.9	7.4	78.3	0.269	3 h. 10 soir. »
20	»	94°	11.8	1.2	7.4	79.6	0.11	3 h. 45 soir. »
21	»	100°	13.0	0.8	9.4	76.8	0.07	5 h. 10 soir. »
22	»	93°	10.4	3.0	7.2	79.4	0.29	4 h. 50. Chargé depuis ½ heure.
23	2 ½ tours.	107°	12.2	2.6	6.4	78.8	0.22	11 h. 55. Tirage direct.
24	»	88°	11.4	2.2	7.0	80.4	0.19	5 h. soir. Tirage indirect. Corbeille à demi pleine.
25	3 tours.	111°	10.8	1.57	5.3	82.33	0.146	5 h. 30 soir. Chargé depuis 2 heures.
26	»	61°	10.9	1.4	6.1	81.6	0.13	9 h. 50 soir.
27	4 tours.	138°	13.2	0.8	4.6	81.4	0.06	10 h. 50 soir. Tirage direct.
28	5 tours.	62°	9.2	4.8	7.2	78.8	0.502	11 ½ h. matin. Tirage direct.
29	6 tours.	70°	9.2	4.6	7.5	78.7	0.5	11 h. mat. Tirage direct. Chargé de grésil d. 1 h.
30	»	85°	11.5	1.4	6.8	80.3	0.121	10 h. soir. Tirage direct. Chargé depuis 2 h.
31	8 tours.	113°	13.2	1.0	7.3	78.5	0.07	5 ½ h.
32	Tout ouvert.	55°	9.8	1.6	8.6	80.0	0.162	10 h. 30 s. Enlevé la plaque obsturatrice.

est de 10 °/₀ en moyenne. Ces valeurs peuvent être qualifiées de normales aussi bien que le volume des fumées par kilogramme de combustible.

Ce poêle, qui n'avait aucune porte superflue, se distingue des autres par l'effet immédiat et constant de son réglage sur la combustion.

La quantité d'anhydride carbonique était pour :

le tirage minimum .	3.6 °/₀ CO^2
le tirage moyen . .	9—12 °/₀ CO^2
le tirage maximum .	9—13 °/₀ CO^2

Nous constatons donc pour cet appareil une grande constance dans la combustion et, ce qui est important, la quantité d'anhydride carbonique diminue à peine avec la complète ouverture de la vanne.

Avec un afflux d'air considérable, la combustion ne diminue pas ; elle est activée.

Quant à l'oxyde de carbone, nous ne pouvons qu'enregistrer des variations continuelles dans sa formation et, pour le moment du moins, nous n'en pouvons expliquer la cause. Cependant, une série d'analyses nous a permis de constater un résultat intéressant. Ayant complètement rempli le calorifère d'anthracite, nous avons analysé les gaz des fumées sans ajouter de combustible jusqu'à ce que la charge soit complètement épuisée. Nous tenons à mettre le résultat en évidence dans le tableau suivant.

Le fourneau a été chargé à 11 ½ heures. Quelques minutes après la charge, la température des fumées était à 40°.

Nos	Heures après la charge	CO^2 °/₀	CO °/₀	Température	$\frac{CO}{CO^2}$
1	1	9.4	3.2	68°	0.347
2	1 ¼	10.23	3.4	83°	0.333
3	2	10.7	3.6	85°	0.337
4	3	10.7	1.9	90°	0.183
5	3 ½	11.4	2.9	91°	0.263
6	4	11.8	1.2	94°	0.11
7	5	11.0	0.8	92°	0.07
8	5 ½	13.0	0.8	100°	0.06
9	6	11.7	1.2	94°	0.1

Dans les trois premières analyses, alors que le calorifère était nouvellement chargé, la quantité d'oxyde de carbone est maxi-

mum, 3.2—3.6. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que le charbon distille, et les gaz provenant de la distillation, incomplètement brûlés, donnent naissance à une plus grande quantité d'oxyde de carbone.

Une fois la distillation partiellement terminée, la quantité de CO n'est plus que 1.9, 2.9 et 1,2 %.

Dans les essais n°s 7 et 8, il ne restait plus de combustible dans la trémie de chargement, toute la masse était portée au rouge vif, mais elle était en contact avec la couronne à nervure qui termine la trémie et cette couronne était portée au rouge vif. Dans ces deux cas, la quantité d'oxyde de carbone n'était que de 0.8 %. Enfin dans la dernière analyse la corbeille n'était plus qu'à moitié pleine et la couronne qui termine la trémie s'était refroidie. CO = 1,2 %.

Faut-il voir dans ces résultats une influence particulière due à la couronne portée au rouge, où celle-ci provoquerait la combustion du mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène à leur sortie du foyer, tandis que lorsque la couronne est refroidie cette combustion ultérieure ne se produirait pas ? Cette question ne peut être résolue que par des recherches ultérieures ; nous tenons à la poser maintenant, mais nous croyons que l'influence de la couronne à nervure ne doit pas être considérée comme nulle. La température s'est élevée à mesure que la charge diminuait.

Les analyses des fumées exécutées au commencement de la journée, alors que le calorifère avait brûlé lentement la nuit durant et qu'il n'avait pas encore été nettoyé ou rechargé, ont donné les résultats suivants :

	I	II
Anhydride carbonique	4.8 %	4.2 %
Oxyde de carbone . .	0.4 %	1.4 %
Oxygène	16.6 %	13.6 %
$CO : CO^2$	0.07	0.33
Température	36°	38°

Ce résultat est tout à l'avantage de ce calorifère, si on le compare avec les précédents, dans lesquels la quantité d'oxyde de carbone était relativement beaucoup plus considérable à la fin de la nuit.

En somme, cet appareil prouve qu'il y a progrès dans la construction des calorifères à feu continu ; c'est, de tous ceux que nous avons examinés, celui qui donne les meilleurs résultats.

5e série.

Le calorifère V (fig. 5), avec lequel nous avons fait la 5e série d'essais, est formé d'un fût cylindrique garni de matériaux réfractaires. A la partie supérieure se trouve une porte à fermeture non hermétique destinée à l'introduction du combustible. La corbeille mesure 20 cm. de diamètre et 10 cm. de profondeur, et les gaz de la combustion s'élevaient dans le fût en traversant toute l'épaisseur du combustible avant d'atteindre la buse placée à la partie supérieure. Cet appareil est très simple et, comme les résultats suivants le montrent, la combustion est moins complète que dans le calorifère B. (V. tabelle 4).

La quantité d'anhydride carbonique formée augmente du tirage minimum au tirage moyen et diminue avec le tirage maximum. La valeur maximale est de 8 % CO^2 correspondant à une ouverture de 2 tours de vanne. Ce résultat ne doit pas nous étonner; en effet, nous avons dit qu'à la partie supérieure de ce poêle se trouvait la porte de chargement à fermeture non hermétique. L'air froid est aspiré continuellement par cette porte, surtout lorsque le tirage est très faible ou très considérable; il dilue ainsi les gaz des fumées. Il en résulte que cet appareil, comme nous l'avons déjà vu pour le calorifère H, jouait le rôle de ventilateur, mais c'est un ventilateur qu'il est impossible de régler, et s'il y a retour des fumées, les gaz pénétrent plus facilement dans l'appartement par cette même voie.

La quantité d'oxyde de carbone était minimum à la fin ainsi qu'au commencement de la charge, alors que la couche de combustible n'était pas encore portée à l'incandescence; elle s'élevait quand les gaz devaient traverser une grande couche de combustible incandescent. La température n'a varié que dans de faibles limites; elle est maximum lorsque le fourneau est presque vide et minimum lorsqu'il vient d'être chargé; nous n'avons pas constaté d'élévation sensible de la température avec l'augmentation du tirage; ce fait s'explique par la dilution des gaz des fumées par l'air froid lorsque le tirage augmente.

Le volume des gaz des fumées a varié de 20.2 à 51.3 mètres cubes par kilogramme de combustible et la perte s'élevait à 30.7 % du rendement théorique.

* * *

Il ressort tout d'abord de ce travail que si les conditions générales et les lois auxquelles obéit la combustion dans les

Résultats du calorifère V.

Tabelle 4.

N°	Vanne.	Température.	Anhydride carbonique	Oxyde de carbone	Oxygène.	Azote	$\frac{CO}{CO^2}$	OBSERVATIONS
1	Fermée.	68°	2.7	0.9	16.6	79.2	0.33	6 h. matin. N'a pas été touché de la nuit.
2	»	40°	4.4	0.4	16.0	79.2	0.09	8 h. matin. Vient d'être chargé.
3	1 tour.	50°	4.2	1.2	15.6	79.0	0.29	3 h. Chargé depuis 2 heures.
4	1 ½ tour.	60°	6.8	2.0	12.8	78.4	0.3	4 h. soir. Chargé depuis 3 heures.
5	2 tours.	40°	8,0	1.2	13.2	77.6	0.15	9 h. soir. Vient d'être chargé.
6	4 tours.	40°	6.6	2.4	11.0	80.0	0.36	9 h. 30. Chargé depuis 1 heure.
7	5 tours.	45°	6.4	2.2	11.0	80.4	0.34	4 h. soir. Chargé depuis 4 heures.

poêles à feu continu sont les mêmes, les résultats diffèrent d'un appareil à l'autre dans des limites souvent très considérables, et l'on ne peut porter un jugement uniforme et général sur ces appareils de chauffage sans être, suivant le cas, ou trop ou pas assez sévère.

En résumé, nous pouvons conclure que la combustion dans les calorifères à feu continu dépend de leur construction et de leur installation. Il est difficile de généraliser les résultats et nous nous bornons à constater qu'il y a toujours présence de petites quantités d'oxyde de carbone dans les gaz des fumées ; sa formation est plus considérable à la fin de la nuit ; elle dépend du tirage, de l'épaisseur et de la température de la couche de combustible dans la corbeille.

La quantité d'anhydride carbonique varie avec le tirage ; dans les bons appareils, elle augmente graduellement avec la plus grande ouverture de la vanne.

La température des gaz des fumées ne doit être ni trop élevée, ni trop basse ; il est préférable qu'elle se maintienne à une température moyenne de 80° à 120°, afin d'assurer un tirage convenable.

Le volume des gaz des fumées dans un bon calorifère ne doit pas dépasser les limites comprises entre 16 et 30 mètres cubes par kilogramme de combustible et la perte de chaleur ne doit pas s'abaisser au-dessous de 10 %, ni s'élever au-dessus de 15 % du rendement théorique.

* * *

CONCLUSIONS

Les calorifères à feu continu ont été si vivement critiqués, que nous croyons utile de compléter cette étude en discutant dans les pages suivantes les avantages, les inconvénients et quelques-unes des conditions de combustion des calorifères.

Le principal avantage des calorifères à feu continu et la cause de leur succès est la réalisation pratique du chauffage central dans tous les appartements, grands ou petits.

Chez nous, ils ont chassé et remplacé petit à petit les fourneaux à bois, et à la place de deux, trois, quatre ou cinq fourneaux à bois, on n'utilise plus qu'un seul calorifère. Il en est résulté une économie considérable, qui représente plus des trois quarts de la dépense que nécessitaient les anciens fourneaux. L'entre-

tien et l'allumage se sont trouvés réduits dans les mêmes proportions.

De plus, ils réalisent un chauffage continu et donnent une chaleur douce et constante dans tout l'appartement, tandis qu'avec les fourneaux à bois qui n'étaient allumés que quelques heures par jour et jamais tous à la fois la température variait d'une heure à l'autre et d'une chambre à l'autre.

L'anthracite ou les houilles maigres qui sont les combustibles les plus utilisés sont beaucoup moins coûteux que le bois et ils possèdent à volume égal une puissance calorifique supérieure.

Puissance calorifique de 1 kg. d'anthracite = 8000 calories
» » de bois sec = 4000 »

On a reproché aux calorifères à feu continu de dessécher l'air des appartements ; ceci se produit surtout dans les appareils qui ne possèdent pas de revêtement d'argile et où l'on active trop la combustion. On remédie d'ailleurs facilement à cet inconvénient en plaçant sur le fourneau un vase métallique plein d'eau ; ce dispositif est inutile dans les appareils bien construits.

Comme pour la plupart des appareils de chauffage, le principal désavantage des calorifères à feu continu provient surtout de la formation de l'oxyde de carbone. Cette production représente une perte de la puissance calorifique, puisque

1 kg. de charbon qui se transforme en CO^2 produit 8000 calories, et
1 kg. » » CO » 2400 »

Différence, 5600 calories.

La production de CO est relativement minime dans les *nouveaux appareils à combustion active, mais localisée;* au contraire, dans les premiers poêles (poêles mobiles, etc.), où l'on brûlait une grande masse de combustible en présence d'une faible quantité d'air, la quantité d'oxyde de carbone et par conséquent la perte produite était beaucoup plus considérable.

L'inconvénient majeur dû à la production d'oxyde de carbone provient de sa toxicité ; respiré à la dose de $^1/_{4000}$, il est mortel.

Pendant la journée, l'appareil, quel qu'il soit, est sans danger, s'il est surveillé et si la cheminée est bien construite; mais pendant la nuit, pour les appareils de construction relativement défectueuse, le danger peut exister, puisque la combustion est ralentie et que les fumées à basse température ne circulent plus que très lentement dans les canaux ; la moindre cause peut alors provoquer la descente des gaz dans les canaux.

Pour éviter le danger, on a conseillé de placer le calorifère dans un vestibule et jamais dans une chambre; on a aussi recommandé d'éteindre le calorifère la nuit.

Ces mesures, destinées à rassurer le public, ne diminuent aucunement le danger ; dans le premier cas si, pour une cause ou pour une autre, le tirage, déjà très lent habituellement, diminue encore ou même se renverse, les gaz des fumées descendent au lieu de monter et pénètrent dans le vestibule, diffusent dans les différentes chambres et produisent leurs effets toxiques. Si l'on doit placer le calorifère dans le vestibule, c'est bien plus pour la commodité du chauffage central que pour toute autre raison.

En laissant éteindre le calorifère à la fin du jour, le danger est encore plus grand, surtout si le matériel de la cheminée qui fait suite au calorifère est bon conducteur de chaleur. Une fois le poêle éteint, les fumées contenues dans les canaux se refroidissent et stationnent et il suffira de peu de chose (haute pression barométrique, vent plongeant, densité des fumées plus grande que celle de l'air) pour que ces gaz redescendent dans l'appartement. Dans l'extinction du calorifère en s'aidant de projections d'eau froide on augmente encore le danger, car l'eau en réagissant sur le charbon incandescent produit de l'oxyde de carbone d'après la réaction :

$$C + H^2 O = CO + H^2.$$

Il se forme encore une certaine quantité d'hydrogène sulfuré, caractérisé par son odeur puante.

* * *

Nous pensons que lorsque l'on est en présence d'un bon calorifère (même d'un médiocre), s'il est relié à une *bonne cheminée*, il n'y a aucun danger, en prenant soin toutefois de ne pas fermer complètement la vanne d'entrée de l'air pour la nuit, afin d'assurer une combustion faible mais suffisante pour maintenir les gaz des fumées à une température de 50 à 60° environ.

La question de la cheminée est à notre avis de toutes la plus importante et c'est malheureusement celle dont on s'occupe le moins.

Par sa nature, la cheminée est immeuble, elle est cachée, il est difficile de se rendre compte de ses défauts et plus difficile encore de les réparer. Les propriétaires consciencieux prennent soin des cheminées au même titre que n'importe quelle

partie de la maison; ils consulteront leur architecte pour la moindre réparation, si petite soit elle; ils savent que l'on ne peut attacher une trop grande importance aux canaux de fumées.

Dans beaucoup de maisons, et c'est le plus grand nombre, les cheminées n'étant pas visibles, on ne s'inquiète nullement de leur état; elles sont entretenues tant bien que mal par le ramoneur, arrangées si cela est ultra-nécessaire par un maçon et si elles fonctionnent mal, la faute en sera attribuée au seul appareil de chauffage. On tourne, il est vrai, dans un cercle vicieux dont il est difficile de sortir; en théorie, la cheminée est faite pour l'appareil de chauffage; en pratique, on place un appareil de chauffage à n'importe quelle cheminée.

Nous ne pouvons assez insister sur les avantages que présente une bonne cheminée; nous en avons fait l'expérience pendant de longues années et nous citons l'exemple du calorifère H. Cet appareil, comme nous l'avons vu par nos essais, est très mauvais, mais il est relié à une cheminée excellente de petit diamètre, placée dans un mur de refend et, depuis douze ans qu'il fonctionne, il n'a jamais occasionné le moindre accident et n'a jamais produit la moindre odeur provenant des produits d'une mauvaise combustion, qui accompagnent et accusent la présence de l'oxyde de carbone.

Au contraire, le calorifère B, qui est un excellent appareil, nous inspirait moins de confiance, parce qu'il était relié à une cheminée détestable, très large, placée dans un mur extérieur, qui servait de canal d'évacuation aux produits gazeux de quatre fourneaux-potagers, trois calorifères et à trois ventelles de ventilation. Une cheminée pareille ne doit offrir aucune sécurité, à moins que tous les appareils ne fonctionnent ensemble et continuellement.

Théoriquement, il devrait exister pour chaque appareil de chauffage une cheminée correspondante et la section ne devrait pas être supérieure à celle des tuyaux.

En pratique, il n'en est pas ainsi et l'on constate le plus fréquemment que plusieurs tuyaux de poêle aboutissent dans un seul canal. En elle-même, cette dernière disposition n'est pas défectueuse si tous les appareils de chauffage fonctionnent simultanément ou si l'on prenait soin d'entretenir le tirage à la partie inférieure de la cheminée par une flamme de gaz ou tout autre moyen. Mais ces conditions ne sont que très rarement remplies, et si l'un des fourneaux est en activité, tandis que les

autres ne fonctionnent pas, il se produira une descente des fumées dans le canal resté froid. Ce phénomène se produira d'autant plus facilement que le tirage sera plus faible, par conséquent le danger existera de nuit plutôt que de jour.

La cheminée où viennent aboutir les tuyaux de plusieurs poêles doit être de section suffisante pour que la fumée s'échappe librement, mais dans bien des cas la section est trop considérable et il suffit d'un vent plongeant pour qu'il se produise des remous ou deux courants contraires à l'intérieur du canal.

Il serait donc infiniment préférable que les architectes construisent une cheminée pour chaque fourneau, la section de la dite cheminée ne dépassant pas la section des tuyaux qui y aboutissent. A tous les points de vue, la cheminée placée dans un mur de refend est supérieure à celle située dans le mur extérieur. Ces dernières subissent toutes les influences des conditions atmosphériques externes, telles le froid, l'insolation et le vent.

Il nous reste un dernier mot à ajouter sur l'installation d'un calorifère à feu continu dans une maison vieille de quelque vingt ans. Au moment de la construction, le chauffage au bois était seul utilisé, chaque chambre possédait son fourneau et son canal de cheminée propre. En remplaçant les fourneaux à bois par un calorifère placé dans le vestibule, on doit nécessairement utiliser l'une des cheminées existantes. Laquelle choisit-on généralement? Permettra-t-on à l'appareilleur d'utiliser le canal qui lui paraît le mieux construit et le mieux exposé. Non, car personne ne souffrirait que le tuyau du calorifère traversât une des chambres de long en large, et s'il n'y a point de canal de cheminée aboutissant dans le vestibule même, afin de ne pas déparer une chambre, on imposera au fumiste de conduire le tuyau d'évacuation du calorifère dans le canal de cheminée de la cuisine. Si les deux appareils fonctionnent simultanément, tout va bien et le tirage s'établit normalement, mais si le poêle fonctionne seul, la nuit par exemple, et si les conditions atmosphériques sont défavorables, il se produira facilement un retour de gaz par le fourneau de la cuisine, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Un cas pareil se rencontre fréquemment et les reproches que suscitera cet inconvénient s'adresseront le plus souvent au calorifère et non à l'installation défectueuse.

Sans vouloir faire ici une étude des cheminées, nous ferons

ressortir certains points qui sont en rapport avec notre travail.

Les conditions météorologiques ont une très grande influence sur la marche des cheminées, et, malgré un examen attentif de l'état de l'atmosphère (pression barométrique, soleil, vent, température, pluie ou neige), il ne nous a pas été possible, dans l'exécution de ce travail, de faire la part qui revient à chacune de ces influences et de dégager l'action qu'elles ont dans chaque cas sur la marche d'un calorifère.

Les cheminées sont construites en maçonnerie, poterie, poterie de fonte ou béton de plâtre. Ces dernières sont peu résistantes, elles sont dégradées par les gaz des fumées ainsi que par la vapeur d'eau qui se condense partiellement sur leur parois [1].

Les canaux de poterie de fonte sont plus résistants, leur principal défaut réside dans leur grande conductibilité; ils subissent facilement les variations de la température extérieure, surtout s'ils sont placés dans un mur extérieur et, en se refroidissant, ils ralentissent la montée des gaz.

Les canaux de poterie doivent être de bonne qualité, en terre de Bourgogne, non glacée, ni vernie. Si l'argile qui a servi à la fabrication de la poterie est marneuse, la destruction en sera rapide, grâce à l'action de l'anhydride sulfureux et de l'eau sur le carbonate de chaux [2].

Au point de vue de la ventilation, un calorifère normal, par exemple le poêle B, évacuait au minimum un volume d'air égal à celui qu'il devait chauffer. Il brûlait 10 kilogrammes de combustible par jour; à 16 mètres cubes d'air par kilogramme nous obtenons 160 mètres cubes alors que l'appartement qu'il devait chauffer avait une capacité de 150 mètres cubes. En comparant ces chiffres à ceux obtenus avec une cheminée française, on trouvera que c'est peu; nous pensons que les cheminées françaises constituent d'excellents ventilateurs, mais sont de très mauvais appareils de chauffage.

Le calorifère à feu continu est utile en ce qu'il chauffe tout d'abord; la ventilation est ici secondaire, et si la ventilation naturelle par les murs, les joints des portes et des fenêtres ne suffit pas, on peut installer un appareil de ventilation spécial, ce qui

[1] Voir page 251.

[2] Cf. Brunner, *Wochenschrift der Chemie und Pharmacie.* Weber, *die Werthbestimmung der Dachschiefer,* n° 10. 1889.

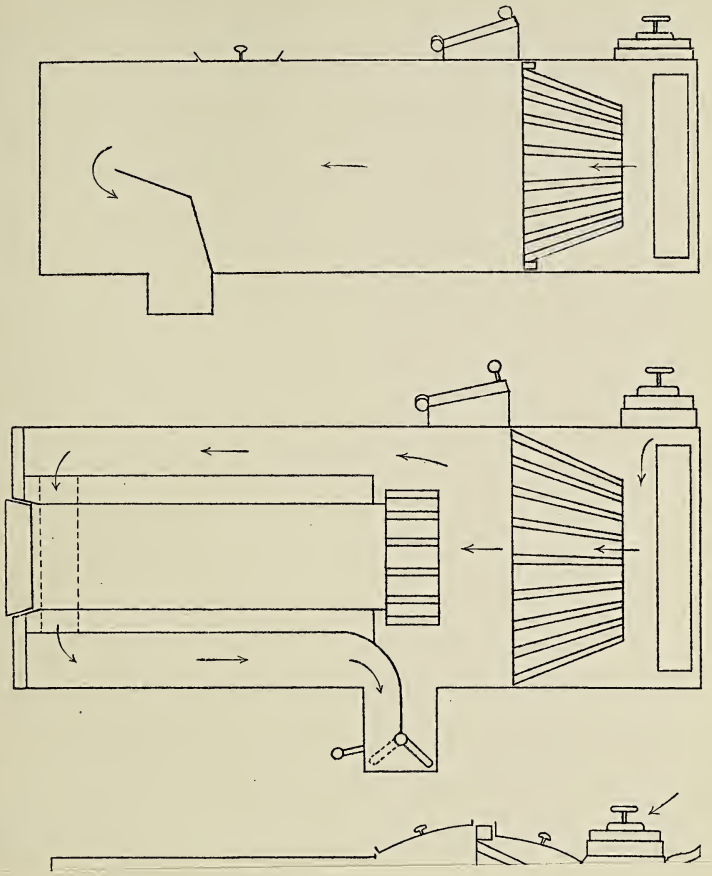


Fig. 5

Fig. 4

alorifères à feu continu.

Coupe schématique des calorifères à feu continu.

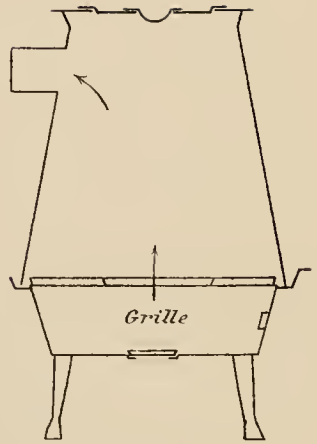


Fig. 1

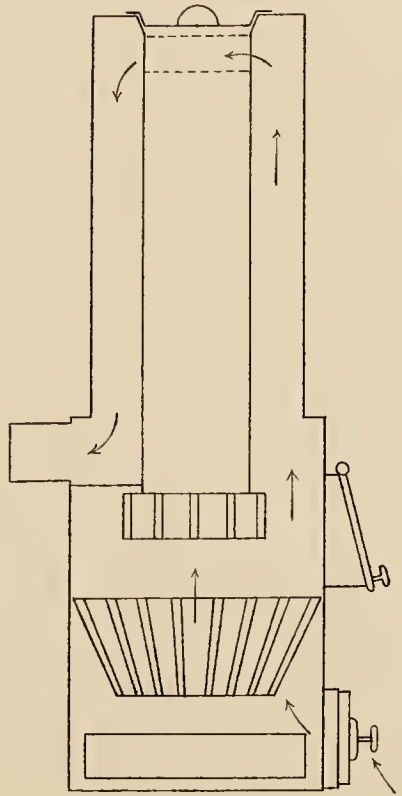


Fig. 2

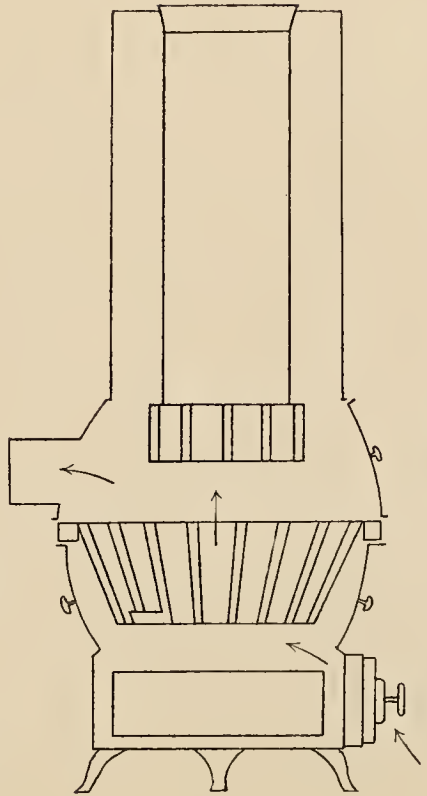


Fig. 3

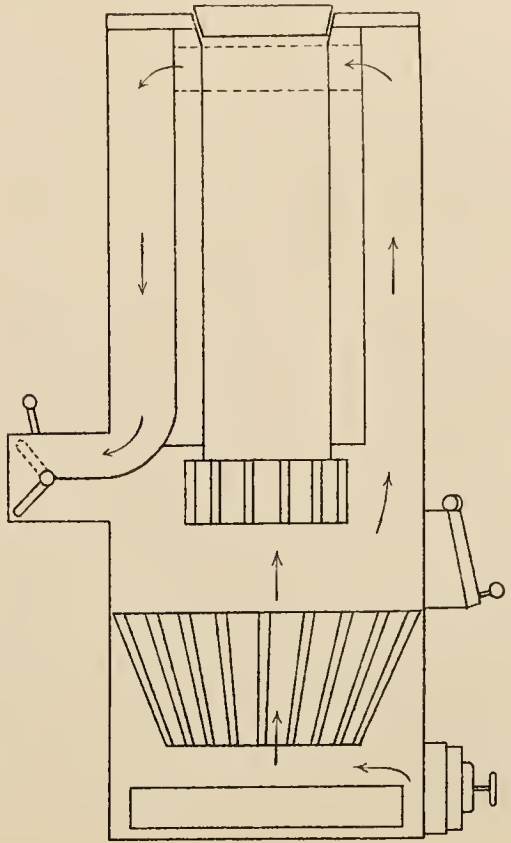


Fig. 4

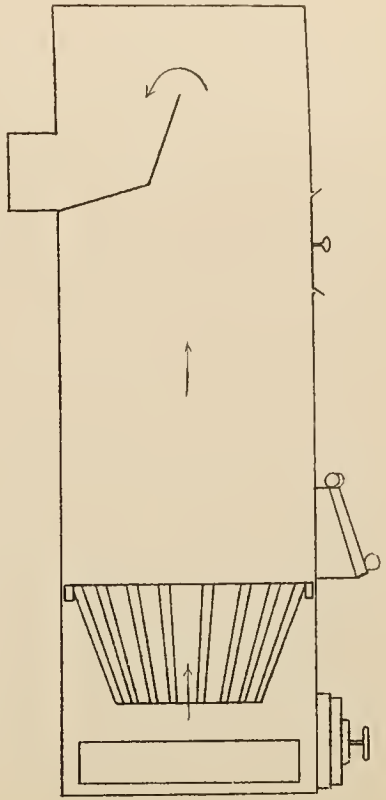


Fig. 5

Lith. J. Chappuis.

n'est d'ailleurs pas nécessaire dans les petites installations, où les portes et les fenêtres sont fréquemment ouvertes.

Nous croyons donc que les critiques dirigées contre les calorifères à feu continu sont très exagérées et cela pour deux raisons : la première, c'est qu'il y a progrès constant dans la fabrication et l'installation des calorifères; la seconde, est que tous les objets nouveaux produits par l'industrie humaine pour satisfaire à nos besoins présentent des avantages et des désavantages, et c'est une des formes du progrès d'apprendre à s'en servir, à profiter des avantages et à parer aux inconvénients.

Nous ne pourrions terminer ce travail sans adresser de sincères remerciements à MM. Ch Sambuc, tech., et G. Weber, constructeurs, pour l'aide et les conseils pratiques qu'ils ont bien voulu nous prêter et sans lesquels nous n'aurions pu faire nos essais aussi bien et aussi facilement.

LES FLAQUES D'EAU LIBRE

DANS LA GLACE DES LACS GELÉS

par **F.-A. FOREL**.

Dans la séance du 4 mai 1898 de la Société vaudoise des Sciences naturelles, j'ai introduit une question d'intérêt spécial, très pressant pour les riverains des lacs qui sont pris par les glaces de l'hiver : Pourquoi, quand un lac gèle, certaines places restent-elles libres de glaces, ou se congèlent-elles les dernières ? Pourquoi, en certaines parties, la glace est-elle plus mince et par conséquent plus dangereuse pour les patineurs ? Le souvenir des nombreuses victimes que les lacs de Bret et de Joux ont faites presque chaque année, souvenir particulièrement poignant pour les professeurs de l'Université de Lausanne qui ont ainsi perdu le plus aimé de leurs jeunes collègues, nous impose d'élucider ce problème.

Prenons nos exemples dans le lac de Joux ; des faits similaires seraient observés dans chaque lac de congélation facile.

Quand le froid est vif, par une nuit sereine à puissante radiation, le lac se prend rapidement, presque d'un seul coup. C'est ordinairement après un temps de bise, par la partie sud occidentale du lac de Joux, du côté du Sentier, que la congélation commence ; elle s'étend bientôt jusqu'à la région de l'Abbaye et du Pont, mieux abritée, où il reste, comme nous le verrons bientôt, pendant assez longtemps, quelques flaques d'eau libre, à l'origine du canal entre deux lacs.

Dans les hivers doux, au contraire, comme l'hiver de 1897-98, la congélation est plus lente, plus irrégulière, et l'on peut voir, au milieu du lac, pendant des jours et des semaines, des espaces limités, de quelque cinquante ou cent mètres de diamètre, où la glace ne se forme pas, ou tarde à se produire. Quand ces places ont été tardivement prises par la gelée, l'épaisseur de la lame cristalline y est plus faible que sur le reste du lac ; elles

sont dangereuses ou fatales pour le patineur qui n'est prévenu par aucun signe extérieur du péril qui le menace.

De là le nom de « mauvaises places » par lequel je les ai entendues désigner. Le 26 décembre 1897, pendant que le lac Brenet avait déjà une glace épaisse de 18 centimètres, il y avait sur le lac de Joux, congelé sur les neuf dixièmes de son étendue, deux ou trois flaques d'eau libre, devant la Roche-Fendue, devant l'Abbaye, devant le Pont; ces places étaient rendues visibles de loin par les bandes noires de canards sauvages, qui, dans le mirage, y prenaient des apparences fantastiques. Plusieurs rapports m'apprennent que quelques-unes de ces flaques d'eau vive sont restées libres pendant tout le mois de janvier: le 30 janvier, M. S. Aubert en voyait encore deux, marquées par la présence des canards.

Une de ces places avait été récemment prise par la glace, quand, le 23 janvier 1898, le professeur Jacques Berney et ses compagnes la traversèrent en patinant et rompirent la glace qui n'avait que trois centimètres d'épaisseur. Et pourtant pendant tout le mois de janvier la glace s'était accrue sur le reste du lac, gelé depuis la fin de décembre; le 29 janvier, M. S. Aubert y a mesuré des épaisseurs de glace de 15, de 25, de 30 centimètres.

Des faits analogues se voient sur tous les lacs gelés et y causent les mêmes accidents. Quelle en est la cause? Plusieurs explications ont été proposées.

L'existence de sources surgissant au fond du lac et amenant à la surface des eaux relativement chaudes. Ces sources devraient être très chaudes pour être plus légères que l'eau à 0° et pour venir s'étaler à la surface; le maximum de densité de l'eau douce étant à 4°, elles devraient avoir plus de 8°. Ce n'est pas le cas pour les sources de la vallée de Joux dont la température constante est entre 6° et 7°, la température invariable du sol profond à la haute altitude de la région, 1010 mètres et plus. Puis le lieu d'émergence de telles sources serait toujours le même; il serait désigné par la présence de brouillards pendant la saison froide; enfin, ces sources seraient connues des pêcheurs qui verraient les poissons s'y rassembler pour y chercher des eaux fraîches en été, chaudes en hiver. Ces caractères manquent aux mauvaises places du lac de Joux.

On a attribué les trous de la glace des lacs à des éruptions de gaz (gaz des marais, méthane), venant faire bulle à la surface de l'eau. Ainsi, dans le lac d'Alpnach, en 1891, « M. le di-

recteur Winkler signale l'existence de nombreuses sources chaudes, de sources de gaz des marais, nommées par le peuple *Kochbrunnen*, sources bouillantes; elles ont plus ou moins d'importance; les plus fortes, au nombre d'une dizaine, ont dominé la grande période de froid et n'ont pas été prises par la glace. Ces sources sont surtout localisées vers la rive occidentale, quelques-unes vers la rive orientale, quelques-unes enfin au milieu du lac. Ces dernières sont moins puissantes, et les trous qu'elles produisent ont tous été gelés [1] ». Les trous dus à l'éruption de gaz sont toujours de petites dimensions.

On a invoqué l'action de courants d'air descendant sur le lac par certaines gorges et ravins des montagnes. L'inconstance des vents et brises pendant la longue durée de la congélation d'un lac, la localisation variable des mauvaises places, différente d'une année à l'autre, nous défendent de chercher une explication dans cette direction.

Les matières grasses, apportées par les affluents, qui éteignent à la surface du lac les vagues et rides du vent, sur des espaces irréguliers, mobiles, qu'on appelle des « taches d'huile », seraient-elles un obstacle à la congélation? Auraient-elles un pouvoir émissif thermique plus faible que celui de l'eau pure et la congélation y serait-elle plus réduite. Quelques expériences faites à ce sujet [2] nous ont montré que cette action est d'effet minime et ne saurait expliquer les faits observés.

Des mauvaises places sont souvent localisées devant l'embouchure des affluents ou au lieu d'origine de l'émissaire. Au lac de Joux, il y en a quelquefois à l'embouchure de l'Orbe ou du ruisseau de la Lyonne; au lac Brenet, à l'entrée et à la sortie du canal, entre deux lacs. Je me rappelle en avoir vu une fort grande, en janvier 1880, à l'embouchure du ruisseau de Küssnacht au lac de Zurich. Geistbeck [3] dit que le fait est constant et il cite le

[1] X. Arnet, *Das Gefrieren der Seen in der Zentralschweiz*, p. 20. Luzern, 1897.

[2] J'ai fait construire un bassin de zinc, divisé par une cloison partielle verticale en deux parties égales, communiquant librement par le bas : J'y ai versé de l'eau pure, et après avoir étalé une goutte d'huile d'olives sur l'une des deux moitiés, j'ai exposé l'appareil à la forte radiation d'une belle nuit d'hiver. Je n'ai pas su reconnaître de différence entre l'épaisseur de la couche de glace formée dans l'eau vive et celle de l'eau recouverte de la couche d'huile.

[3] X. Arnet, loc. cit., p. 45.

chenal d'eau libre qui, partant de l'embouchure de la Loisach, s'étend entre Schlehdorf et Kochel, quand le lac de Rohr est gelé, Des places d'eau libre ont été signalées à l'embouchure du Rhin et de l'Argen au lac de Constance, à l'origine des émissaires du Bodan et de l'Ammer. Richter [1] regarde le phénomène comme constant à l'embouchure des ruisseaux dans les lacs.

Le courant des ruisseaux n'empêche pas toujours la congélation. C'est ce qui nous est affirmé par les observations du lac de Joux. En voici, d'autre part, un exemple précis tiré de la congélation du lac des Quatre-Cantons en 1891 : « L'embouchure de l'Aa à Buochs n'arrête pas longtemps la congélation ; la glace se forme bientôt et très près de l'eau courante [2]. »

A quelle action doit-on attribuer le retard de la congélation à l'embouchure des affluents ? Richter a fort justement montré que ce ne pouvait être dû à la température plus élevée de l'eau dans l'affluent que dans le lac; en effet, dans les basses températures, l'eau plus chaude est plus dense que l'eau plus froide; elle doit donc descendre dans le fond et non s'étaler à la surface.

Richter voit dans le retard de la congélation l'effet du courant qui agite l'eau et l'empêche de se geler; Geistbeck attribue de même à l'agitation de l'eau la non congélation des embouchures d'affluents. Je suis aussi de cet avis, mais je tiens à mieux préciser mon opinion. L'agitation proprement dite de l'eau, les vagues déterminées par le courant du ruisseau affluent ou de l'émissaire qui sort du lac, sont presque nulles et s'étendent fort peu loin ; leur effet est minime. Ce qui empêche la congélation, c'est le réchauffement de l'eau de la surface par le mélange avec les couches sous-jacentes plus chaudes; ce mélange est causé par les tourbillons latéraux du courant. Tout courant implique en effet une différence de vitesse entre les diverses veines d'eau qui se déplacent parallèlement, celle de l'axe marchant plus vite que les veines latérales arrêtées par les frottements contre la rive, de terre ou d'eau; ces différences de vitesse causent des tourbillons à axe vertical, doués d'un mouvement de rotation de la rive vers le milieu du courant, dans la moitié aval de la circonférence. Ces tourbillons amènent le mé-

[1] Ed. Richter, *Seestudien*, Wien 1897, p. 52.

[2] A Geistbeck, *Die Seen des deutschen Alpen*, Leipzig 1885, p. 41.

lange des couches d'eau superposées, et par conséquent le réchauffement des eaux de la surface.

Ainsi s'expliquent les bandes d'eau libre à l'embouchure des affluents et à l'origine des émissaires, entre autres, au lac de Joux, les flaques d'eau à l'origine, dans le lac de Joux, du canal entre deux lacs et à son entrée dans le lac Brenet. C'est encore l'explication de la grande voie d'eau libre dans le port de Genève quand celui-ci se congèle par un temps calme[1]. Mais cela ne rend nullement compte des flaques d'eau libre qui persistent dans la glace au milieu du lac de Joux.

Nous avons jusqu'à présent admis comme possible l'existence de trous formés par des bulles de gaz faisant éruption continue en un point précis du sol du lac, l'existence de flaques d'eau libre maintenue par une source d'eau très chaude surgissant dans le fond du lac; le retard de congélation localisé à l'embouchure d'un affluent ou à l'origine de l'émissaire, par le fait du courant. Rien encore dans ce qui a été dit n'explique la présence de flaques d'eau libre, persistant pendant des semaines et des mois au milieu d'un lac gelé, en un point quelconque, différent d'une année à l'autre.

L'hypothèse à laquelle nous arrivons, par exclusion des autres interprétations proposées, est que les flaques d'eau libre seraient dues à la présence des bandes de canards et autres palmipèdes sauvages; ces volatiles, par les mouvements continuels de leurs pattes et de leurs ailes, maintiennent l'eau en état d'agitation, mélangent les eaux de surface avec les couches sous-jacentes plus chaudes, empêchent, lorsque la gelée n'est pas trop intense, la formation de la nappe glacée. Sitôt que le lac est pris dans son ensemble, ils reviennent toujours à la place où, dans la première nuit de la congélation, ils ont maintenu l'eau libre, et ils conservent cette mare d'eau vive jusqu'à ce qu'ils en soient expulsés par une gelée assez violente pour dépasser leurs moyens de lutte contre la glace.

Voici à ce sujet ce que je trouve dans Buffon : « Il y a une saison où l'on voit les cygnes se réunir et former une sorte d'association républicaine pour le bien commun ; c'est celle des grands froids. Pour se maintenir au milieu des eaux, dans le temps qu'elles se glacent, ils s'attroupent et ne cessent de battre

[1] Vide : F.-A. Forel, *Le Léman*, Lausanne 1895, II, 888.

l'eau de toute la largeur de leurs ailes, avec un bruit qu'on entend de fort loin et qui se renouvelle avec d'autant plus de force dans les moments du jour ou de la nuit que la gelée prend avec plus d'activité; leurs efforts sont si efficaces qu'il n'y a pas d'exemple que la troupe des cygnes ait quitté l'eau dans les plus longues gelées, quoiqu'on ait vu quelquefois un cygne seul et écarté de l'assemblée générale pris par la glace au milieu des canaux [1]. (Note de M. Grouvelle [2].)

Et encore : « Je crois, dit Baillon, que les Millouins appartiennent au nord. Les miens restaient dans l'eau pendant la nuit, même lorsqu'il gelait beaucoup ; ils s'y agitaient assez pour empêcher qu'elle ne se glaçât autour d'eux [3]. »

Voici sur le même sujet une note de M. Eug. Delessert-de Mollins : « Je vous relaterai les observations que j'ai eu l'occasion de faire jadis sur certains canaux de la Hollande et aussi dans le département du Nord (France), et cela durant plusieurs années consécutives. Les grands jardins du parc de Barbieux, à Roubaix, sont ornés de pièces d'eau; presque chaque hiver j'étais frappé de voir que les charmants volatiles qui animent ces étangs n'étaient pas obligés de quitter le lieu de leurs ébats et continuaient d'évoluer sur un espace que la nature leur laissait libre, malgré l'inclémence du temps et l'envahissement de la glace sur tout le reste de l'étang. Cet espace était plus ou moins circonscrit, suivant la rigueur de l'hiver, et je remarquais que la surface en devenait plus restreinte à mesure que le froid augmentait; cependant, il leur restait toujours suffisamment de place pour ne pas être gênés dans leurs mouvements. Notez que la glace était alors épaisse de 20 à 25 cm., parfois même davantage, et qu'elle supportait les centaines de patineurs qui y prenaient leurs ébats. Les rebords s'épaississaient à tel point qu'ils formaient de véritables bourrelets, qui augmentaient de volume par suite de l'eau rejetée sur les bords de l'espace libre, grâce aux ébats des cygnes et des canards... Ces flaques d'eau ne se trouvaient pas chaque année à la même place. Signalons encore

[1] Le fait de la prise par la glace d'un cygne isolé a été observé dans le port de Morges le 13 janvier 1878. Dans cette nuit, le thermomètre sur le sol était descendu à — 14.5°.

[2] Buffon, article Millouin.

[3] Buffon, article Cygne.

l'existence de deux espaces vacants dans la même étang; cela provient sans doute de ce que nos palmipèdes, avant d'être surpris par l'arrivée du gel, s'étaient séparés momentanément en deux bandes, ou bien avaient élu domicile, depuis un certain temps, dans des localités distinctes du petit lac [1]. »

J'ai fait moi-même des observations analogues à celles de M. Delessert sur les lacs du Bois de Boulogne, à Paris, en janvier 1864.

Donc, dans un étang, les cygnes, canards et autres palmipèdes, savent garder, souvent pendant des jours et des semaines, une place d'eau libre au milieu de la glace qui envahit le reste du bassin. Pourquoi n'en serait-il pas de même dans nos lacs ? Des observations ultérieures et la communication des observations du passé que je demande aux riverains des lacs gelés, nous diront si cette supposition est plausible, et si elle suffit à expliquer les faits que nous voudrions arriver à comprendre.

[1] Eug. Delessert, in litt., 11 mai 1898.

ÉTUDE

SUR LES

OSSEMENTS HUMAINS DU CIMETIÈRE BURGONDE

DE VOUVRY (VALAIS)

PAR

ALEXANDRE SCHENK,
Docteur ès-sciences.

En défrichant une forêt de châtaigners située à 10 minutes au-dessus de Vouvry, au lieu dit en Bovairon, M. Cornu a découvert, au mois de mars 1898, toute une série de sépultures se rapportant à la période franque ou mérovingienne. Ces sépultures, au nombre de 23, orientées de l'Ouest à l'Est, étaient hermétiquement closes et formées par des dalles en calcaire des Alpes.

Elles mesuraient en moyenne $1^{m}80$ de long sur 60 cm. de large à la tête.

Plusieurs d'entre elles renfermaient des objets divers, tels que des sabres-poignards mesurant de 35 à 40 cm. de long, avec deux rainures de chaque côté, des plaques et boucles de ceinturons et une bague en or. La plupart de ces objets ont été achetés par le musée de Sion ; quelques-uns, cependant, se trouvent au Musée d'archéologie de Lausanne.

D'après la disposition et le nombre des sépultures, ainsi que par la nature des ossements, dont plusieurs sont féminins, il est probable que nous nous trouvons en présence d'un ancien cimetière démontrant que des populations burgondes étaient établies à Vouvry à une époque comprise entre le Ve et le VIe siècle.

Les parois latérales de ces sépultures étaient constituées par des dalles en calcaire gris-noir, tandis que la dalle de recouvre-

ment était toujours représentée par du calcaire rouge. Chaque sépulture ne contenait qu'un squelette.

N'ayant pas eu immédiatement connaissance de cette découverte, je n'ai pu me procurer qu'un nombre fort restreint d'ossements en bon état, soit en tout huit fémurs masculins, cinq tibias, dont deux sont masculins, deux féminins et un dont le sexe est incertain, ainsi que deux humérus féminins. Quant aux crânes, ils sont tous en fort mauvais état, deux seulement permettant de prendre quelques mesures.

Les documents anthropologiques sont excessivement peu nombreux en Suisse, leur étude et leur conservation ayant toujours été fort négligées; il est, en conséquence, intéressant de faire une étude détaillée de ceux qui peuvent être utiles à la science. Les ossements de Vouvry m'ont surtout permis de reconstituer la taille de ces populations d'origine germanique et de la comparer avec celle des Mérovingiens et Burgondes découverts dans d'autres pays.

Ces ossements seront déposés au Musée cantonal d'archéologie.

TAILLE.

La taille a été calculée en suivant la technique indiquée par M. Manouvrier, professeur à l'Ecole d'anthropologie de Paris, dans son mémoire sur la détermination de la taille d'après les os longs des membres [1].

Le nombre des os ayant pu servir à la reconstitution de la taille est de 15, soit 8 fémurs, tous masculins, 5 tibias, dont 2 masculins, 2 féminins et 1 de sexe incertain, et 2 humérus féminins. Le diagnostic du sexe a été fait d'après l'ensemble des caractères, c'est-à-dire en tenant compte de la longueur et surtout de la grosseur des os, des empreintes et saillies d'insertions musculaires, des diamètres des têtes d'articulation. Tous ces os ont été mesurés en projection au moyen de la planche ostéométrique de Broca, les fémurs en position, c'est-à-dire les deux condyles étant appuyés contre un plan vertical, les tibias sans l'épine, mais la malléole comprise; 2 millimètres ont été ajoutés aux longueurs ainsi obtenues pour tenir compte de l'épaisseur des cartilages articulaires.

[1] L. Manouvrier, *La détermination de la taille d'après les grands os des membres.* « Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris », 2e série, tome IV, 1892.

I. — *Taille masculine.*

N° 1.	Fémur, longueur	= 459 mm. + 2.	Taille cadavre	1^m688
N° 2.	»	= 457 mm. + 2.	»	1^m684
N° 3.	»	= 460 mm. + 2.	»	1^m689
N° 4.	»	= 447 mm. + 2.	»	1^m671
N° 5.	»	= 470 mm. + 2.	»	1^m709
N° 6.	»	= 465 mm. + 2.	»	1^m697
N° 7.	»	= 450 mm. + 2.	»	1^m675
N° 8.	»	= 450 mm. + 2.	»	1^m675
			Total	= 13^m488

8 fémurs, taille moyenne cadavre = 1^m686.
8 » » vivant = $1^m686 - 0,02 = 1^m666$.

N° 1. Tibia, longueur = 383 mm. + 2. Taille cadavre 1^m703
N° 2. » = 383 mm. + 2. » 1^m703
2 tibias, taille moyenne cadavre = 1^m703.
2 » » vivant = $1^m703 - 0,02 = 1^m683$.

Quant au nombre des individus représentés dans cette série il est au minimum de quatre, puisque nous avons quatre fémurs droits et quatre fémurs gauches, les tibias pouvant provenir d'autres individus, bien que cela soit fort peu probable.

La taille moyenne masculine des Burgondes de Vouvry sera obtenue par la formule suivante :

$$\text{Taille moyenne} = \frac{(\text{nombre de fémurs}) \times (\text{Taille moyenne des fémurs})}{\text{nombre de fémurs}}$$

$$+ \frac{(\text{nombre de tibias}) \times (\text{taille moyenne des tibias})}{\text{nombre de tibias}}; \quad \text{soit :}$$

$$\frac{8 \times 1^m666 + 2 \times 1^m683}{8 + 2} = \frac{13^m328 \times 3^m366}{10} = \underline{1^m669}.$$

II. — *Sexe incertain.*

(Masculin ?)

1 tibia, N° 3. Longueur = 367 mm. + 2. Taille cadavre = 1^m668
Taille vivant = $1^m668 - 0,02 = 1^m648$

III. — *Taille féminine.*

Deux tibias et deux humérus considérés comme féminins :

Tibia N° 4, longueur = 346^{mm} + 2. Taille cadavre $1^{m}586$
N° 5, = 350^{mm} + 2. » $1^{m}595$

Total = $3^{m}181$

2 tibias, taille moyenne cadavre = $1^{m}590$.
2 » vivant = $1^{m}590 - 0{,}02 = 1^{m}570$

Humérus N° 1, longueur = 323 mm. + 2. Taille cadavre $1^{m}634$
N° 2, » = 327 mm. + 2. » $1^{m}650$

Total = $3^{m}284$

2 humérus, taille moyenne cadavre = $1^{m}642$.
2 » vivant = $1^{m}642 - 0{,}02 = 1^{m}622$.

La taille moyenne féminine, calculée comme précédemment sera :

$$\frac{2 \times 1^{m}570 + 2 \times 1^{m}622}{4} = \frac{6^{m}384}{4} = \underline{1^{m}596}.$$

Si nous comparons maintenant les moyennes ainsi obtenues avec celles qui ont été calculées sur d'autres séries se rapportant à cette même époque ou appartenant encore à des populations d'origine germanique, nous voyons que les variations de taille de ces populations ne sont pas considérables.

Le remarquable travail de M. le Dr J. Rahon[1] sur les ossements anciens et préhistoriques en vue de la reconstitution de la taille, auquel nous empruntons quelques chiffres, nous permet d'établir le tableau suivant :

[1] J. Rahon, *Recherches sur les ossements anciens et préhistoriques en vue de la reconstitution de la taille.* « Mémoires Soc. anthrop. Paris », 2e série, tome IV, 1893.

	Taille masculine.	Taille féminine.
Cercueils en pierre de Lizy (Yonne); époque franque ou carlovingienne	1m640	1m510
Sépultures franques de la Marne	1m657	—
Cimetières francs de Harmignies (Hainaut); époque mérovingienne	—	1m579
Cimetière Burgonde de Ramasse (Ain); époque mérovingienne	1m646	1m518
Cimetière mérovingien d'Andresy (Seine-et-Oise) (M. Manouvrier)	1m645	1m538
Cimetières de Châteaudun, Villebourg (Indre-et-Loire) et Chelles; époque mérovingienne.	1m674	1m565
Totaux	8m262	7m710
Taille moyenne . . .	1m652	1m542
Burgondes de Vouvry : taille moyenne . .	1m669	1m596

D'après les moyennes ci-dessus, les Burgondes de Vouvry paraissent avoir eu une taille plus élevée que celle des Mérovingiens provenant des cimetières français; mais cette augmentation est probablement due à l'insuffisance de nos séries.

Cranes.

Deux crânes seulement m'ont permis de prendre quelques mesures; ils sont dolichocéphales et appartiennent à la race européenne d'origine septentrionale, kimro-germanique.

Le crâne N° 1 est de sexe incertain, probablement féminin; le N° 2 est masculin

Mensurations.

	N° 1.	N° 2.
Diamètre antéro-postérieur maximum .	190	192
» » métopique .	186	189
Diamètre transversal maximum . . .	136	—
» bi-auriculaire	95	—
» bi-mastoïdien	120	—
» frontal maximum	112	120
» frontal minimum	100	104
» vertical basio-bregmatique . .	126	—

	N° 1	N° 2
Courbe horizontale totale	527	—
» antérieure	280	—
» postérieure	247	—
Courbe transversale totale	420	—
» sus-auriculaire	300	—
Courbe sous-cérébrale	18	20
» frontale	110	104
» pariétale	125	125
» occipitale supérieure	70	75
» » inférieure	65	55
Ligne naso-basilaire	98	—
Longueur du trou occipital	36	—
Largeur »	27	—
Indices.		
Indice céphalique	71,57	—
» de hauteur-longueur	66,31	—
» de hauteur-largeur	92,64	—
» frontal	89,28	86,66
» occipital	75	—

De nouvelles fouilles, qui seront prochainement entreprises au même endroit, me donneront, je l'espère, des résultats plus complets.

Mesures des os longs complets.

8 fémurs masculins.

	Numéros.								Moyennes
	1	2	3	4	5	6	7	8	
A. Longueur totale en position	459	457	460	447	470	465	450	450	**457**
B. Circonférence minimum	90	88	98	83	82	85	85	80	**86**
Rapport (A = 100)	19,60	19,23	21,30	18,56	17,44	18,27	18,89	17,78	**18,88**
Diamètre sous-trochantérien : Transverse	33	35	35	31	34	39	33	33	**34**
» » Antéro-postérieur	28	26	31	26	28	30	27	27	**28**
Indice de platymérie	84,85	74,28	88,57	83,87	82,35	76,92	81,81	81,81	**81,81**
Diamètre partie moyenne : Transverse	30	28	28	27	26	26	26	26	**27**
» » Antéro-postérieur	28	28	29	25	27	27	30	24	**27**
Somme des deux diamètres	58	56	57	52	53	53	56	50	**54**
Indice pilastrique	93,33	100	103,57	92,59	103,84	103,84	115	92,3	**100,5**
Diamètre de la tête	45	43	47	42	47	47	45	40	**44,5**

5 tibias.

	Numéros.					Moyennes
	1. ♂.	2. ♂.	3. ?	4. ♀.	5. ♀.	
Longueur	383	383	367	346	350	**365,8**
Circonférence minimum	80	82	74	74	71	**76,2**
Rapport (longueur = 100)	20,88	21,41	20.16	21,67	20,28	**20,88**
Diamètre du corps : Antéro-postérieur	36	38	33	30	32	**33,8**
» » Transverse	26	27	21	22	23	**23,8**
Somme des deux diamètres	62	65	54	52	55	**57,6**
Indice de platycnémie (diamètre transverse = 100)	72,22	71,05	63,63	73,33	71,87	**70,42**

2 humérus féminins.

	1	2
Longueur maximum	323	327
Circonférence minimum	56	60
Rapport (circonférence = 100)	17,33	18,34
Diamètre de la tête	39	41
Largeur bicondylienne	55	55
Perforations olécraniennes	—	0

LA
COMBUSTION DANS LES FOURNEAUX A PÉTROLE
ET LA VICIATION DE L'AIR

PAR LE

Dr L. PELET,

privat-docent à l'Université de Lausanne.

(Planche IV)

Les fourneaux à pétrole, comme les calorifères à feu continu, sont depuis quelques années si généralement utilisés que nous avons cru nécessaire d'entreprendre la présente étude et d'examiner jusqu'à quel point les critiques dont ils sont l'objet sont justifiées. Leur commodité, la facilité de leur déplacement et de leur entretien, la modicité de leur prix les ont beaucoup répandus dans les petits appartements et dans les chambres isolées.

Nous avons utilisé pour nos essais deux fourneaux à pétrole ; le premier est le fourneau ordinaire à pétrole dans lequel la lampe à flamme libre est entourée d'une chemise de tôle mobile qui active le tirage et favorise la combustion complète. La mèche cylindrique de la lampe mesurait 11 cm. de diamètre.

Le deuxième fourneau dont nous disposions est un nouveau modèle, le fourneau Sambuc. La lampe est identique à celle du fourneau précédent, mais elle est surmontée d'une cheminée de tôle cylindrique étroite (12 cm.) et de 1 m. de hauteur. Les gaz chauds montant dans la cheminée étaient forcés de redescendre verticalement dans une série de tuyaux de cuivre latéraux et extérieurs où ils se refroidissaient. Ce dispositif avait l'avantage d'augmenter le tirage et de compléter la combustion. Les gaz chauds, de 40° à 50°, sortant à la partie inférieure de l'appareil rayonnaient tout autour, presque à ras du sol, tandis que dans l'appareil précédent ils formaient une colonne ascen-

dante de gaz chauds qui chauffaient plus rapidement la partie supérieure de la chambre que la partie inférieure.

La chambre dans laquelle nous avons fait nos essais est une petite chambre, de 23 mètres cubes de capacité, d'une maison de construction récente; elle est munie de deux portes, une fenêtre et une double fenêtre. Les portes et les fenêtres restaient absolument fermées pendant toute la durée de l'essai ; il ne pouvait donc y avoir de ventilation que par les murs, les joints des portes et des fenêtres, les trous de serrure, etc.

La quantité d'air contenue dans la chambre était notoirement insuffisante pour une combustion prolongée du fourneau à pétrole; en outre, il faut tenir compte de la quantité d'air nécessaire à l'opérateur et, dans la dernière série, aux lampes témoins.

Nous avions choisi ces conditions afin d'être dans les plus mauvaises conditions hygiéniques, et enfermé pendant cinq heures durant nous avons étudié la combustion du fourneau et procédé de temps en temps à des dosages de l'anhydride carbonique contenu dans l'air de la chambre.

Après avoir déterminé la consommation moyenne par heure de chaque fourneau, nous avons fait deux séries d'essais préliminaires, afin de choisir et d'apprécier la méthode de dosage de l'anhydride carbonique et dégager les résultats généraux.

La méthode de dosage que nous avons utilisée est celle de Wolpert [1] ou de Lunge-Zeckendorf [2]; nous nous sommes servi d'une solution de soude normale au millième titrée par une solution d'acide sulfurique normal au centième. Nous avons tenu compte des observations et des modifications qui ont été proposées pour l'emploi justifié de cette méthode.

La solution de soude titrée était mesurée et placée dans une éprouvette longue et de faible diamètre, et le tube capillaire qui introduisait les gaz dans la dissolution y plongeait profondément. La solution de soude était faiblement colorée en rose par une goutte de phénolphtaléine alcoolique. Le flacon de soude était relié à un aspirateur à eau, le déplacement de l'eau forçait une quantité d'air égale au volume d'eau écoulée à barbotter lentement à travers la solution alcaline. La fin de la réaction

[1] « Der Gastechniker » Bd. XIX. 4 Hft., 1893, et Mon. Sc. 1893, p. 642.

[2] « Zeitschrift für anal. Chem. » 1897. 329 et Henziet. « Compte-rendus ». *123*, p. 125.

était perçue nettement au moyen d'un verre vert pâle qui permettait de juger exactement de l'instant où la solution rose était décolorée. Il était nécessaire d'agiter convenablement l'air de la chambre au moment de chaque dosage.

Le fourneau ordinaire I consommait normalement 130 à 150 grammes de pétrole par heure, tandis que la consommation normale du fourneau II s'élevait à 230-250 grammes pendant le même temps. Comme nous l'avons dit plus haut, les lampes dans l'un et l'autre fourneau étaient identiques ; la différence dans la consommation ne provient que des systèmes d'enveloppe et du tirage.

Nous avons ensuite procédé aux trois séries d'essais dont nous consignons les résultats dans les pages suivantes.

Nous avons pesé la lampe, afin de constater la consommation du pétrole et dosé l'anhydride carbonique de l'air de la chambre chaque demi-heure dans les deux premiers essais

Dans la troisième série d'essais, nous dosions CO^2 chaque heure et nous indiquons à la tabelle III comment nous avons fait les pesées et dans quelles conditions. Dans les tabelles I et II nous donnerons les résultats obtenus correspondant à toutes les heures afin de faciliter les comparaisons.

Les résultats de la série d'essais n° 1 sont indiqués à la tabelle I, dont nous complétons les chiffres par les observations suivantes. Le chiffre de 0.3 millièmes indique la quantité normale d'anhydride carbonique de l'air pur, la fenêtre était ouverte au commencement de l'expérience; nous avons admis ce chiffre sans faire de dosage.

La consommation du pétrole était déterminée toutes les demi-heures en pesant la lampe. Pendant la première heure, la combustion était normale, la flamme était vive, d'intensité et de grandeur maximales ; les heures suivantes, la grandeur et l'intensité de la flamme diminuaient graduellement et celle-ci devenait facilement fumeuse à mesure que les dosages indiquaient une proportion plus forte d'anhydride carbonique dans l'air de la chambre. A partir de la quatrième heure, la flamme vacillait, puis baissait considérablement, et même en montant la mèche aussi haut que possible cela ne servait à rien ; à partir de ce moment, la flamme continuait à baisser et l'on constate que la

Résultats de la série d'essais n° 1.

Tabelle 1

Heure.	Température.	Pétrole brûlé en grammes par heure.	Bioxyde de carbone dosé.		Poids total de CO^2 en grammes dans la chambre.	Bioxyde de carbone formé par la combustion du pétrole.	OBSERVATIONS
			Vol °/₀₀.	Grammes par 1 m³.			
2 h. 40′	13°5	—	0.3	—	—	—	
3 h. 40′	18°2	130	0.52	1.035	23.81	401.4	
4 h. 40′	20°8	132	1.07	2.104	48.40	809.02	
5 h. 40′	22°	130	1.91	3.764	86.58	1210.4	
6 h. 40′	21°	130	3.51	6.902	158.7	1611.8	Flamme plus jaune, vacille.
7 h. 40′	20°8	70	5.69	11.2	257.6	1827.9	Flamme baisse.

consommation du pétrole a diminué de moitié dans la dernière heure.

La ventilation naturelle était cependant puissante, puisque, sans tenir compte de l'observateur, il a été formé par le pétrole seul 1827.9 grammes d'anhydride carbonique et nous n'en avons retrouvé que 257.6 grammes dans la chambre à la fin de l'expérience. Pour déterminer la quantité de CO^2 formée par le pétrole brûlé, nous avons pris comme constitution moyenne du pétrole : C = 84.21 % et H = 15.79 %.

Pendant toute la durée de cet essai, l'observateur n'a pas été incommodé, malgré l'atmosphère chaude chargée de CO^2 et l'odeur provenant de la lampe du fourneau qui fumait.

A partir de la deuxième heure, toute la chaleur produite servait à maintenir l'équilibre entre la température de la chambre et celle de l'air extérieur.

Dans la 2e série, nous avons utilisé le fourneau II et le mode opératoire était le même que précédemment, mais nous avions à faire à un système de fourneau (lampe identique) dont l'enveloppe activait considérablement la combustion. Comme l'indiquent les résultats de la tabelle II, la quantité de pétrole brûlé est plus forte dans les deux premières heures, et la proportion d'anhydride carbonique et la température s'élèvent plus rapidement que dans l'essai n° 1.

A la 2e heure déjà, la proportion d'anhydride carbonique atteint 3.68 millièmes, et dès ce moment nous constations la même succession des phénomènes dans la flamme. Elle vacille d'abord, puis baisse de plus en plus, et la quantité de pétrole brûlé diminue constamment et, ce qu'il y a de curieux, la quantité d'anhydride carbonique reste stationnaire ou n'augmente que faiblement ; à la troisième heure, nous trouvons 5.54 ‰ de CO^2, à la quatrième 6.86 ‰ et à la cinquième heure 7.24 ‰ de CO^2. Si nous avons obtenu des résultats plus faibles dans la première série d'essais, cela provient de ce que la combustion n'était pas assez prolongée ou assez forte pour élever rapidement la proportion d'anhydride carbonique de l'air de la chambre.

Dans l'une et l'autre de ces séries d'essais, nous pesions la lampe chaque demi-heure et nous devions la sortir chaque fois de son enveloppe pour la mettre sur la balance ; afin d'empê-

Résultats de la série d'essais n° 2.

Tabelle 2.

Heure.	Température	Pétrole brûlé en grammes par heure.	Bioxyde de carbone dosé.		Poids total de CO^2 en grammes dans la chambre.	Bioxyde de carbone formé par la combustion du pétrole.	OBSERVATIONS
			Vol °/₀₀.	grammes par 1 m³			
1 h. 15′	13°2	—	0.3	—	—	—	
2 h. 15′	20°4	235	2.23	4.40	101.2	725.6	
3 h. 15′	23°	185	3.68	7.11	163.49	1296.8	Flamme plus jaune; brûle moins bien; vacille.
4 h. 15′	24°	100	5.54	10.89	250.5	1621.1	Flamme baisse continuellement.
5 h. 15′	24°	100	6.86	13.49	310.4	1929.9	
6 h. 15′	23°	73	7.24	14.24	327.5	2155.2	A la fin la flamme brûle très mal.

cher la lampe de fumer, nous devions baisser la mèche et la remonter une fois la pesée faite. Cette façon de procéder était la cause de plusieurs inconvénients, dont le plus important était que nous n'étions jamais certain de redonner à la mèche la même position que celle qu'elle avait avant la pesée. Il était nécessaire de faire un nouvel essai en brûlant la quantité maximum de pétrole dans le minimum de temps, afin de constater si la quantité de CO^2 trouvée dans la chambre était susceptible d'augmentation, comme nous l'avons constaté dans le 2e essai, ou bien si, comme le faisait entrevoir le 2e essai, la quantité de CO^2 tendait à ne pas dépasser une certaine limite.

En outre, fait caractéristique dans l'un comme dans l'autre essai, au moment où nous ouvrions la fenêtre, nous constations que la flamme reprenait sa force, son éclat et son intensité ; ce fait prouve que si la flamme baissait cela ne tenait ni à la lampe, ni au fourneau, mais à l'air, ou mieux à la quantité d'anhydride carbonique, car l'air ne manquait pas dans la chambre et la ventilation naturelle amenait continuellement de nouvelles quantités d'air frais et la proportion de l'anhydride carbonique n'a jamais été supérieure à 8.8 millièmes. Nous avons fait dans chaque série d'essais, à deux reprises, une analyse rapide de l'air de la chambre, afin de nous assurer que les proportions de l'oxygène, de l'anhydride carbonique et de l'azote n'étaient pas modifiées d'une façon sensible.

Ces faits prouvent la puissance de la ventilation naturelle, puisque au lieu de 10 % d'anhydride carbonique, nous trouvions à peine 1 %.

Le troisième essai apportait les modifications suivantes : au lieu de peser la lampe du fourneau toutes les demi-heures, nous l'avons pesée seulement au commencement, à la fin et une fois au milieu de l'expérience, alors qu'il était nécessaire d'y remettre du pétrole. Une fois réglée, nous l'avons laissée, sans monter ni baisser la mèche. En outre, afin d'élever rapidement dans les premières heures la quantité du CO^2 produite, nous avions installé sur le plateau d'une balance trois lampes à pétrole ordinaires servant de témoins. Une fois les lampes réglées, leur mèche n'a pas été touchée tant que l'expérience a duré. Il était facile de déterminer leur perte de poids sans les déplacer. La flamme des lampes et du fourneau II ont subi absolument les mêmes phénomènes que nous avions précédemment constatés. Au bout d'une demi-heure, la flamme des lampes diminuait de

Résultats de la série d'essais n° 3.

Heure.	Température.	Pétrole brûlé en grammes.		Bioxyde de carbone dosé.		Poids total de CO^2 en grammes dans la chambre.	Bioxyde de carbone formé par la combustion du pétrole.	OBSERVATIONS
		Des lampes témoins.	Du fourneau II.	Vol ‰.	Grammes par 1 m³.			
1 h. 45′	13°8	—	—	0.3	—	—	—	
2 h. 15′	24°	55	—	1.71	3.36	77.37	—	Flamme des lampes baisse un peu.
3 h. 15′	23°	90	285	3.73	7.33	168.7	1327.7	Flamme baisse considérablement et vacille.
4 h. 15′	23°8	75	—	5.95	11.70	269.1	—	Flammes baissent continuellement. A la fin elles brûlent très mal.
5 h. 15′	23°2	30	—	6.03	11.86	272.8	—	
6 h. 15′	23°2	30	—	6.03	11.86	272.8	—	
7 h. 15′	23°	30	310	6.14	12.05	278.5	2809.8	
7 h. 45″	14°6	—	—	—	—	—	—	Rentrée de l'air frais.

clarté et une heure et demie après le début de l'essai, toutes les flammes ont vacillé à la fois, puis ont baissé dans de fortes proportions. A la fin de la série d'essais, les flammes ne formaient plus qu'une mince et petite auréole autour de la mèche. Placé dans un coin de la chambre, nous avons tiré quelques photographies de la flamme et nous donnons à la planche I, fig. 1-5, le dessin d'après photographie de la flamme de deux des lampes.

Quelques minutes après le dernier dosage de CO^2 et la dernière pesée, nous avons ouvert la fenêtre; au fur et à mesure de la rentrée de l'air, dans l'espace de deux minutes, la flamme a repris sa longueur, sa forme et son éclat primitifs (fig. 6); il en était de même pour la lampe du fourneau.

L'observateur n'a aucunement souffert, sauf un léger mal de tête à la fin des essais ou au moment de la rentrée de l'air frais. Cette indisposition très faible et passagère provient bien plus d'un peu de fatigue ordinaire que de l'atmosphère viciée et chaude de la chambre.

De ces résultats nous pouvons conclure :

1° Les lampes sont plus sensibles que l'homme à l'air contenant de l'anhydride carbonique.

Alors que l'observateur vaquait tranquillement à ses occupations, les lampes baissaient continuellement, jusqu'à ne former qu'une faible auréole lumineuse.

2° L'essai n° 3, confirmant l'essai n° 2, nous constatons que les proportions du CO^2 étaient :

Essai n° 2 :

Après	3	heures	5.54 ‰	CO^2.
»	4	»	6.86 »	»
»	5	»	7.24 »	»

Essai n° 3 :

Après	2 ½	heures	5.95 ‰	CO^2.
»	3 ½	»	6.03 »	»
»	4 ½	»	6.03 »	»
»	5 ½	»	6.14 »	»

Les proportions de bioxyde de carbone, à partir de la troi-

sième heure et pendant 2 et 3 heures durant, n'augmentaient plus qu'excessivement lentement.

Cela est dû, d'une part, à la flamme de la lampe (consommation possible du pétrole), qui diminue graduellement, et à la ventilation naturelle, qui amène continuellement de nouvelles quantités d'air frais, de telle sorte qu'il tend à se produire un équilibre entre ces deux actions. *Lorsque la teneur de CO^2 atteint 6 °/₀₀, la flamme ne peut débiter que la quantité de CO^2 nécessaire pour maintenir la proportion de bioxyde de carbone de l'air de la chambre à cette valeur et remplacer au fur et à mesure celui qui est entraîné par la ventilation naturelle; ou*

A partir de 6 °/₀₀ de CO^2 dans l'air de la chambre, la ou les lampes ne brûlent que l'oxygène de l'air amené par la ventilation naturelle.

Le fait que la température restait constante pendant toute la durée des derniers essais est une autre preuve de cet équilibre entre l'air et la combustion du fourneau et des lampes.

3° Dans les uns comme dans les autres essais, nous avons constaté que les lampes commencent à vaciller et à baisser à une teneur de l'air en CO^2 déterminée :

Essai 1 à 3.51 °/₀₀ de CO^2.
» 2 » 3.68 » »
» 3 » 3.73 » »

Les conditions dans lesquelles nous nous sommes placés ne sont jamais réalisées dans la pratique et il ne faudrait pas tirer des résultats que nous publions autre chose que ce qu'ils signifient. Si nous nous sommes enfermés pendant 5 heures, c'est pour en tirer quelques conclusions théoriques et nous savions être dans des conditions extra-hygiéniques. Nous les avons choisies aussi mauvaises que possible pour pouvoir juger des défauts et des avantages des fourneaux à pétrole.

Il n'est pas admissible qu'un fourneau à pétrole soit utilisé plusieurs heures sans ventilation aucune. Soit la porte, soit la fenêtre, seront ouvertes après 2 ou 3 heures au maximum. Il résulte de nos essais que l'on est très facilement prévenu du moment où la ventilation est nécessaire par le vacillement de la flamme et ce moment se produit lorsque la teneur en CO^2 ne présente absolument aucun danger.

Si par négligence on laissait le fourneau brûler sans aucune ventilation, nos essais prouvent qu'il n'y a pas danger mortel,

Dessin des flammes d'après photographie

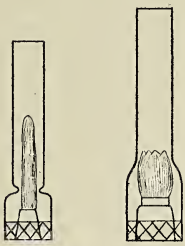


Fig. 1

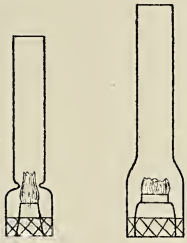


Fig. 2

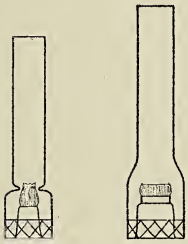


Fig. 3

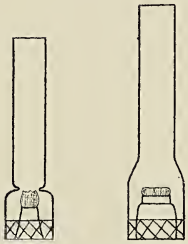


Fig. 4

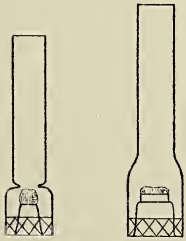


Fig. 5

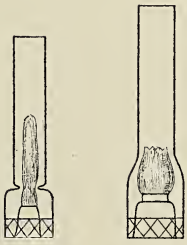


Fig. 6

Echelle 1 : 10

Lith. J. Chappuis

puisque l'homme peut supporter facilement 10 °/₀₀ d'anhydride carbonique sans être gêné.

En terminant, nous ne pouvons que constater les grands avantages que présentent les fourneaux à pétrole, pour qu'ils puissent être utilisés sans inconvénient au chauffage des petites installations et des chambres isolées. Il n'y a aucun danger à les employer si on ventile toutes les 2 heures ou si on laisse la porte de la chambre entr'ouverte.

Les fourneaux ne doivent jamais être laissés allumés la nuit dans une chambre à coucher et ne doivent pas être utilisés dans une chambre de malade ou d'une personne faible de santé. On reproche aux fourneaux à pétrole leur odeur désagréable; en les entretenant avec soin et en nettoyant souvent la lampe et le fourneau on peut la diminuer beaucoup, sinon l'éviter.

Il est évident que les fourneaux à pétrole ne représentent pas l'idéal du chauffage et si on les modifiait de telle façon que les gaz de la combustion CO^2 et H^2O soient évacués par un conduit spécial, on conserverait l'air pur, et avec une perte de 10 °/₀ environ de la puissance calorique, on aurait l'avantage d'une bonne et saine ventilation.

EXPLICATION DES FIGURES

Dessins des flammes d'après les photographies prises pendant la série d'essais n° 3.

Fig. 1. — Lampes au commencement de l'expérience. 1 h. 45′ $CO^2 = 0.3$ millièmes en volume.
Fig. 2. — Après $^1/_2$ heure. 2 h. 15′. $CO^2 = 1.7$ °/₀₀.
Fig. 3. — Après 1 $^1/_2$ heure. 3 h. 15′. $CO^2 = 3.73$ °/₀₀.
Fig. 4. — Après 3 $^1/_2$ heures. 5 h. 15′. $CO^2 = 6.03$ °/₀₀.
Fig. 5. — Après 5 $^1/_2$ heures. 7 h. 15′. $CO^2 = 6.14$ °/₀₀.
Fig. 6. — Rentrée de l'air frais à 7 h. 20′.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

LA VIE CHRÉTIENNE ET LE SURNATUREL

par **A. FORNEROD,**

Professeur à l'Université de Lausanne.

Prix, 30 centimes.

La Liberté économique et les Evénements d'Italie

par **Vilfredo PARETO,**

Professeur à l'Université de Lausanne.

Prix, 1 fr. 50.

ÉTUDES D'ÉCONOMIE POLITIQUE APPLIQUÉE

Théorie de la production de la richesse sociale,

par **Léon WALRAS.**

Prix, 7 fr. 50.

ATLAS DE GÉOGRAPHIE HISTORIQUE

à l'usage des établissements d'instruction secondaire classique et moderne,

par **L. POIRIER-DELAY,**

Maître de Géographie et d'Histoire au Collège de Montreux.

Deuxième édition entièrement refondue, comprenant 35 cartes principales avec de nombreux cartons et 4 plans.

Deuxième fascicule : **HISTOIRE DU MOYEN AGE.** – Prix, 1 fr.

Sous presse : **Histoire ancienne. Histoire moderne.**

A MOUDON

Dessins par E.-D. TURRIAN.

Vues de la ville, le pont St-Eloi, maison Durussel, maison des Etats de Savoye, etc.

Album grand in-8°, avec préface et couverture illustrée.

Prix, 1 fr. 25.

GUIDE ET FORMULAIRE DE THÉRAPEUTIQUE

par le Dr **V. HERZEN.**

In-12° relié. 480 pages sur deux colonnes, — Prix, 5 fr.

Le Marquis Jaques de Rochegude et les Protestants sur les Galères

par **E. JACCARD,** ancien pasteur à Zurich.

Prix, 1 fr. 50.

F. ROUGE, éditeur à Lausanne.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

EXPOSITION DE PARIS

1900

Cette publication ne sera pas seulement le **Livre de l'Exposition**, conformément au programme officiel élaboré par M. Picard, commissaire général, elle sera une Revue ou pour mieux dire une **Encyclopédie du siècle**. A côté de la partie purement Exposition, où seront suivis tous les travaux, reproduit tous les palais et tout ce qu'ils contiendront, elle donnera l'histoire documentée des arts, des sciences et de l'industrie pendant le XIXe siècle.

L'illustration sera aussi abondante que soignée ; elle consistera en gravures sur bois et sur cuivre, environ 2000.

De plus, l'ouvrage contiendra 120 planches hors texte.

Une belle médaille frappée par l'Administration des Monnaies sera donnée en prime aux abonnés.

Il paraît à dater du 1er octobre un numéro par semaine. Prix 50 cent

Une série toutes les quatre semaines. Prix 2 francs.

L'ouvrage se composera de 120 numéros, soit 30 séries.

Prix de l'abonnement : 66 francs.

Le paiement peut s'effectuer par versement mensuel de 2 fr. 50.

Publication de la librairie HACHETTE

LECTURES POUR TOUS

La plus abondamment illustrée

DES REVUES POPULAIRES

Les Lectures pour tous s'adressent à tous ceux qui recherchent avec avidité dans la lecture le profit d'une passionnante et utile curiosité.

Travailleurs, lettrés, paysans, ouvriers, jeunes filles, mères de famille, enfants et jeunes gens, tous veulent, à notre époque, puiser aux sources fécondes des connaissances humaines les plus précieuses et les plus saines émotions.

Des gravures seront répandues à profusion dans le texte et réaliseront ainsi la *Revue populaire la plus abondamment illustrée.*

Les Lectures pour tous paraîtront le 1er de chaque mois et contiendront *96 pages de texte et 125 gravures du format in 8°*

(25 cm. × 17)

Chaque numéro sera vendu *60 centimes ; par la poste port en sus.*

Toute personne qui, avant le 1er janvier 1899, souscrira un abonnement d'un an, aura droit à une *prime de douze francs de livres,* dont elle pourra choisir à l'avance le genre et l'esprit sur un catalogue joint au bon-prime.

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

H Badoux
forestier.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ VAUDOISE

DES SCIENCES NATURELLES

4e S. — Vol. XXXIV.

No 130.

Publié, sous la direction du Comité, par M. F. Roux.

Avec 6 planches. — Prix : 4 francs.

Contenu : Pages

Lydie Egon de Besser. — I. De l'action mécanique des muscles des doigts et du poignet. — II. De la rétraction des muscles après la section de leur tendon (Pl. V) 299

Ch. Dufour. — Principales propositions faites pour modifier la division du temps et de la circonférence. 367

Dr Bruno Galli-Valerio. — Notes de parasitologie 371

Dr Aug. Forel. — La parabiose chez les fourmis 380

Dr L. Pelet. — Les progrès et le développement de l'industrie des matières colorantes artificielles 385

Paul Jaccard. — Les monstres dans le monde organique et les lois de la morphologie (Pl. VI-X) 402

PROCÈS-VERBAUX du 6 juillet au 7 décembre 1898.

LISTE DES LIVRES REÇUS, du 1er novembre 1897 au 1er novembre 1898.

TABLE DES MATIÈRES du volume XXXIV.

(Chaque auteur est responsable de ses écrits.)

AVIS IMPORTANT. — On est prié de tenir compte des avis insérés à la seconde page de la couverture.

SMITHSONIAN INSTITUTION
JUN 15 1927
275778
NATIONAL MUSEUM

LAUSANNE

LIBRAIRIE F. ROUGE, RUE HALDIMAND

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

Décembre 1898.

COMITÉ POUR 1898

Président :	MM. Borgeaud, A., dir. des Abattoirs,	Lausanne.
Vice-Président	J. Amann, pharmacien,	id.
	Bugnion, E., prof., Souvenir,	id.
	Jaccard, Paul, av. de Menthon 12,	id.
	P. Vionnet, av. Bergières,	id.
Secrétaire :	Pelet, L., La Laurelle, Valentin,	id.
Bibliothécaire :	Lador, Henri, Musée géologique,	id.
Editeur du Bulletin:	Roux, F., Chalet Ferney 1,	id.
Caissier :	Ravessoud, Aug., Montbenon 4,	id.
Vérificateurs :	Curchod-Verdeil,	id.
	Nicati, pharmacien,	id.
	Rosselet, Chef d'institution,	id.

AVIS

I. Les personnes qui désirent publier des travaux dans le Bulletin sont priées de tenir compte des observations suivantes :

1° Tout manuscrit doit être adressé, en **copie lisible**, à l'*éditeur du Bulletin.* Il doit contenir l'adresse de l'auteur, l'indication du nombre d'exemplaires qu'il désire comme tirage à part, et celle du nombre de planches ou tableaux hors texte qui accompagnent le mémoire. Les épreuves en retour doivent également être adressées à l'éditeur.

2° Il ne sera fait de tirage à part d'un travail que sur la demande expresse de l'auteur.

3° Les tirages d'auteurs sont remis après le tirage pour le Bulletin, sans nouvelle mise en pages et avec la même pagination, après enlèvement du texte qui précède et du texte qui suit.

Tous les changements demandés pour des tirages à part sont à la charge des auteurs.

II. Nous rappelons aux Sociétés correspondantes que la *Liste des livres reçus*, publiée à la fin du volume, sert d'accusé de réception pour les publications qu'elles échangent avec nous.

Pour la rectification des adresses qui ne seraient pas exactes, on est prié de s'adresser au Bibliothécaire de la Soc. Vaud. des Sc. Nat., maison de la Consommation, Lausanne.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles.
Vol. XXXIV. N° 130. 1898.

I. De l'action mécanique des muscles des doigts et du poignet.

II. De la rétraction des muscles après la section de leur tendon

PAR

LYDIE EGON DE BESSER (de St-Pétersbourg)

Travail exécuté
au Laboratoire d'anatomie de l'Université de Lausanne,
sous la direction de M. le prof. E. Bugnion.

INTRODUCTION

Chacun peut observer sur soi-même qu'il est impossible de plier entièrement le poignet lorsque les doigts sont complètement fléchis. La flexion palmaire du carpe, qui atteint normalement une amplitude de 80 à 90°, ne dépasse pas 25° quand les phalanges sont repliées en crochet et appliquées fortement les unes contre les autres. Quelques mains privilégiées, douées d'une souplesse extraordinaire, font seules exception à cette règle.

D'où provient la difficulté que l'on éprouve à fléchir le poignet lorsque les doigts sont repliés?

On pourrait penser, a priori, à une *insuffisance* des fléchisseurs communs, en ce sens que ces muscles ne pourraient pas se raccourcir assez pour fléchir en même temps les phalanges et le poignet; mais cette explication est rendue peu probable : 1° parce que le carpe possède ses fléchisseurs propres: le grand palmaire, le palmaire grêle, le cubital antérieur, dont l'action n'est pas diminuée par la flexion des doigts; 2° parce que quand les doigts sont repliés, nous ne pouvons pas augmenter *passivement* la flexion du poignet en agissant avec l'autre main sur la main en expérience.

S'il s'agissait d'une simple insuffisance des fléchisseurs, une pression exercée sur le dos de la main augmenterait l'amplitude de la flexion. Au surplus, si l'on exagère un peu la flexion du poignet à l'aide de l'autre main, on sent une tension parti-

culière et même une légère douleur dans la région de l'extenseur commun des doigts.

Ceci nous amène à la véritable explication du fait observé. L'impossibilité que l'on éprouve à fléchir complètement le poignet lorsque les doigts sont eux-mêmes repliés est due à la résistance de l'extenseur commun; elle provient de ce que ce muscle, agissant comme antagoniste, ne peut pas s'allonger assez pour permettre aux mouvements de flexion de s'effectuer librement.

L'expérience pratiquée sur le cadavre prouve que c'est bien la brièveté de l'extenseur qui est en jeu. En effet, les tendons de ce muscle sont fortement tendus lorsque l'on tient les doigts fléchis en même temps que le poignet, et puis, si l'on coupe ces tendons au moment où la main presse sur le métacarpe, on constate que l'amplitude de la flexion augmente subitement et que les bouts des tendons sectionnés s'écartent notablement les uns des autres.

Bien que ces faits se comprennent sans difficulté, il m'a paru intéressant d'étudier de plus près l'action des fléchisseurs des doigts et du poignet, en tenant compte de l'extensibilité des extenseurs.

La question de savoir de combien nos muscles se raccourcissent pour effectuer tel ou tel mouvement est encore imparfaitement résolue. On ne sait pas non plus d'une manière précise dans quelle proportion un muscle agissant comme antagoniste se laisse étirer au cours des mouvements qu'il doit subir [1].

Il est vrai que la contractibilité, l'extensibilité et l'élasticité des muscles ont fait l'objet d'un très grand nombre de travaux. Mais la plupart de ces travaux se rapportent aux propriétés intimes du tissu musculaire. Ce sont des expériences de laboratoire portant essentiellement sur les muscles de la grenouille, sur les muscles détachés du corps. Nous n'avons en revanche, à part les observations d'Edouard Weber, que fort peu de renseignements sur l'action des muscles humains étudiés in situ.

Il importe donc d'entreprendre de nouvelles recherches. Il faudrait déterminer pour chacun de nos muscles : 1° le degré d'extension (allongement, étirement) correspondant aux diverses positions des os ; 2° la mesure du raccourcissement en rapport avec le mouvement à exécuter.

[1] Cette question est difficile à élucider par le fait que les muscles antagonistes se contractent plus ou moins tout en se laissant étirer

Le problème qui nous occupe n'est pas exclusivement théorique; il a de l'importance au point de vue chirurgical et mérite à cet égard l'intérêt des praticiens. La question de savoir, par exemple, de combien de centimètres s'écartent les bouts d'un tendon rompu ou coupé par accident intéresse très directement le chirurgien qui se propose de suturer le dit tendon. Des notions exactes relatives aux glissements et aux déplacements des tendons trouveraient des applications utiles dans les opérations nécessitées par les ténosynovites, les contractures, les positions vicieuses des doigts et des orteils. Il serait utile également, au point de vue pratique, de savoir à quel moment s'arrête l'allongement normal (physiologique) des muscles et dans quelles conditions se produisent les élongations forcées, douloureuses, ainsi que les ruptures de faisceaux charnus confondues parfois sous le nom d'*efforts musculaires*.

Une de mes élèves, Mlle Lydie Egon de Besser, ayant manifesté le désir de faire sa thèse de doctorat sur une question d'anatomie, je lui proposai d'étudier les muscles des doigts et du poignet au point de vue indiqué. Je l'engageai : 1° à mesurer le raccourcissement des fléchisseurs et l'étirement des extenseurs correspondant aux divers temps de la flexion et inversément le raccourcissement des extenseurs et l'élongation des fléchisseurs correspondant aux divers degrés de l'extension ; 2° à revoir exactement sur le cadavre les insertions de ces muscles et à noter la longueur de leurs faisceaux charnus. Ces dernières mesures devaient être prises dans le but spécial de déterminer le degré de raccourcissement et d'étirement *en rapport* avec la longueur naturelle des fibres musculaires. Enfin, il s'agissait encore de résoudre la question de savoir dans quelle proportion un muscle se rétracte chez le vivant après la section de son tendon, question qui se rattache directement à notre sujet, et qui, malgré son importance théorique et pratique, paraît avoir été peu étudiée jusqu'à ce jour.

Mlle de Besser s'est vouée à son travail avec un zèle et une persévérance qui ne se sont pas démentis un seul instant. Elle a apporté un soin particulier à la partie expérimentale, la plus importante et la plus difficile de cette étude. Aussi a-t-elle obtenu une riche moisson de faits nouveaux et intéressants, digne couronne de ses efforts.

Prof. E. Bugnion.

OUVRAGES CITÉS

A. — Dans la première partie.

I. DUCHENNE. — De l'électrisation localisée. Paris, 1861.

II. HENKE. — Handb. der Anatomie u. Mechanik der Gelenke. Leipzig u. Heidelberg, 1863.

III. DUCHENNE. — Physiologie des mouvements. Paris, 1867.

IV. EUG. FICK. — Zur Mechanik des Kniegelenks. *Arch. für Anat u. Entw.*, 1877, p. 439.

V. EUG. FICK et EM. WEBER. — Anatomisch-mechanische Studie ueber die Schultermuskeln. *Verh. der phys. med. Ges. zu Würzburg.* Vol. XI, 1877, p. 123-152 et 257-294.

VI. EM. WEBER. — Ueber das Verhalten der Vorderarmmuskeln zu den Hand- u. Fingergelenken Diss. *Verh. der phys. med. Ges. zu Würzburg.* Vol. XV, 1880.

VII. E. BUGNION. — Le mécanisme du genou. *Recueil inaugural de l'Univ. de Lausanne*, 1892.

B. — Dans la seconde partie.

VIII. PETIT. — Maladies des os. Tome II. Paris 1784.

IX. GERDY. — Physiologie médicale didactique et critique. Paris, 1833.

X. ED. WEBER. — Muskelbewegung. im *Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner.* Vol. III, 2e p., 1846.

XI. BILLROTH. — Allg. Pathologie u. Therapie. Berlin, 1871.

XII. KÖNIG. — Lehrb. der speciellen Chirurgie. Vol. III. Berlin, 1881.

XIII. KÖLLIKER. — *Centralblatt für Chirurgie.* 1880, nº 6, et 1881, nº 8.

XIV. O. WITZEL, — Ueber Sehnenverletzungen u. ihre Behandlung. *Samml. Klinischer Vorträge*, nº 291, 1887, p. 2654-2673.

XV. E. KUMMER. — L'extirpation totale de la rotule. *Revue méd. de la Suisse romande.* 1889, p. 722.

XVI. J.-L. REVERDIN. — *Revue méd. de la Suisse romande.* 1891, p. 234,

XVII. S. SOUTTER. — Un cas de fracture de la rotule. *Revue méd. de la Suisse romande.* 1893, p. 56.

XVIII. J.-L. REVERDIN. — *Revue méd. de la Suisse romande.* 1894, p. 402.

XIX. KRAFFT. — Cas de suture tendineuse illégitime. — *Revue méd. de la Suisse romande.* 1864, p. 626. — Observation suivie de quelques remarques du prof. E. BUGNION.

XX. L. MOYNAC. — Eléments de pathologie et de clinique chirurgicale. Paris, 1894.

I. DE L'ACTION MÉCANIQUE DES MUSCLES DES DOIGTS ET DU POIGNET

Le moment ou effet mécanique d'une force appliquée à une tige rigide étant donné par la puissance de traction multipliée par le bras de levier, il faut pour connaître l'action rotatoire d'un muscle sur un ginglyme et en général sur une articulation à un axe, multiplier la puissance de ce muscle par son bras de levier, c'est-à-dire par la perpendiculaire abaissée du centre de rotation sur la ligne de traction. S'il s'agit d'une articulation en selle ou encore d'une condylienne, il faut déterminer l'effet rotatoire du muscle par rapport aux deux axes perpendiculaires l'un sur l'autre qui caractérisent ces genres d'articulations.

Or, comme le moment d'un muscle rapporté à l'axe de rotation est directement proportionnel au raccourcissement ou à l'élongation que subit ce muscle au cours du mouvement [1], il suffit, pour déterminer l'effet de plusieurs muscles agissant sur une articulation, de mesurer le raccourcissement ou l'élongation que subissent ces muscles pour un mouvement de même amplitude et de comparer les chiffres obtenus (Emmanuel Weber).

Je me suis servie pour mesurer l'étirement et le raccourcissement des muscles d'un procédé qui a été indiqué par le Dr Eugen Fick (IV, p. 439), en 1877, et utilisé dès lors par le Dr Emmanuel Weber (VI, p. 4) dans son étude sur les muscles de l'avant-bras, ainsi que par le prof. Bugnion (VII, p. 27 et 34) dans son travail sur le mécanisme du genou.

Ce procédé consiste à représenter le muscle sur lequel on opère par un cordon qui est attaché d'une part au tendon terminal conservé intact, tandis qu'il glisse d'autre part dans un anneau fiché dans l'os au niveau de l'insertion fixe. Le cordon, qui passe ensuite sur une poulie, étant maintenu tendu au moyen d'un poids suspendu à son extrémité libre, on mesure de combien de millimètres il s'allonge ou se raccourcit au cours du mouvement.

Dans le cas particulier, l'humérus scié à mi-longueur était

[1] La démonstration mathématique de cette loi a été faite par MM. Eugène Fick et Emmanuel Weber. (V. p. 126-130).

fixé dans la pince d'un de ces supports de fer que l'on emploie dans les laboratoires de chimie; l'avant-bras partiellement disséqué était maintenu horizontalement dans la pince d'un second support; les cordons représentant les faisceaux de l'extenseur commun passaient par un anneau fixé dans l'épicondyle, tandis que les cordons simulant les faisceaux du fléchisseur commun superficiel traversaient un deuxième anneau enfoncé dans l'épitrochlée; enfin, les cordons correspondant au fléchisseur commun profond glissaient dans d'autres anneaux fixés sur le cubitus dans la direction de la ligne de traction.

A quelque distance en arrière des anneaux, les cordons passaient sur de petites poulies de laiton vissées sur une planchette et maintenues à la hauteur voulue au moyen d'un troisième support. Les cordons étaient tendus au moyen de morceaux de plomb de forme conique, du poids de 100 grammes environ, suspendus à leur extrémité. Des bouts de fil de diverses couleurs, attachés sur chacun des cordons, servaient de point de repère et indiquaient le déplacement de chacun d'eux par rapport à une aiguille (point fixe) portée par un quatrième support et placée en travers sur le trajet des cordons. Les mesures étaient prises au moyen d'une règle graduée divisée en millimètres.

Enfin, pour les dernières expériences (sujet D) un grand rapporteur (cercle gradué), placé à proximité de l'articulation et centré approximativement sur l'axe de flexion, servait à mesurer l'amplitude des mouvements.

La disposition de notre appareil est à peu près celle qui a été adoptée par Em. Weber, sauf que cet expérimentateur plaçait l'avant-bras verticalement et mesurait l'étirement au moyen de morceaux de fer en forme de ciseau de menuisier, attachés transversalement à chacun des cordons et se mouvant dans le sens vertical, le long d'une règle graduée. L'appareil du prof. Bugnion est, me semble-t-il, d'un maniement plus facile.

J'ai opéré sur cinq sujets, désignés par les lettres A, B, C, D, E.

A. Homme de 62 ans (taille moyenne).
B. Femme adulte.
C. Homme de 45 ans (petite taille, extrémités grêles).
D. Homme de 52 ans (taille au-dessus de la moyenne).
E. Homme adulte (taille 1 m. 68 cm.).

Ce dernier a été utilisé pour l'étude des mouvements de latéralité.

Les muscles sur lesquels ont porté les mesures sont :

le fléchisseur commun superficiel (4 faisceaux),
le fléchisseur commun profond »
l'extenseur commun »
l'extenseur propre de l'index,
le grand palmaire,
le cubital antérieur,
le premier et le second radial,
le cubital postérieur.

Je donne d'abord l'ensemble des résultats obtenus ; les déductions viendront après.

Pour le moment, il suffit de rappeler que l'étirement indiqué dans chaque expérience se traduirait par un raccourcissement de même étendue, si le mouvement était exécuté en sens inverse. Ainsi, dans la première expérience, quand j'écris que l'étirement du fléchisseur superficiel (faisceau de l'index) correspondant à l'extension des articulations des phalanges et du poignet = 67 mm., cela veut dire que la flexion des mêmes articulations exigerait un raccourcissement de 67 mm. De même pour les autres cas.

J'appelle horizontale = 0°, la position dans laquelle la main est placée à plat dans le prolongement de l'avant bras.

Les degrés sont comptés de 0 à 90° pour la flexion palmaire et de 0 à —80° (ou —90) pour la flexion dorsale, extension forcée ou hyperextension (amplitude totale 170-180°).

L'étude des mouvements de latéralité fera l'objet d'un chapitre à part.

L'étirement des muscles est indiqué en millimètres.

Abréviations : *s* = fléchisseur superficiel.
p = fléchisseur profond.

Sujet A.

Fléchisseurs communs superficiel et profond.

Etirement correspondant aux mouvements d'extension des doigts et de la main.

Ire série. Le poignet est en flexion palmaire forcée (90°), les doigts sont repliés en crochet ; on exécute successivement l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

Expérience 1.	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3e phal.	0	1	0	4	0	3	0	5
» 2e »	1	3	1	6	8	9	3	9
» 1re »	20	19	27	26	17	17	17	19
Ext. du poignet (90 à 0°)	29	25	29	25	25	26	27	23
» de 0 à —80° .	17	13	14	13	14	9	11	11
Total . . .	**67**	**61**	**71**	**74**	**64**	**64**	**58**	**67**
Expérience 2.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	2	0	6	0	5
» 2e »	10	13	9	15	13	11	9	15
» 1re »	20	17	21	17	16	18	21	25
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	22	28	29	28	24	20	20
» de 0 à —80° .	20	20	14	12	14	12	12	10
Total . . .	**75**	**74**	**72**	**75**	**71**	**71**	**62**	**75**
Expérience 3.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	1	0	2	0	3
» 2e »	5	6	4	14	4	8	3	8
» 1re »	20	20	20	21	20	18	18	20
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	25	30	25	30	26	29	25
» de 0 à —80° .	15	10	14	12	11	10	11	12
Total . . .	**65**	**63**	**68**	**73**	**65**	**64**	**61**	**68**
Expérience 4.								
Ext. de la 3e phal.	0	1	0	2	0	1	0	3
» 2e »	5	13	8	17	7	16	9	17
» 1re »	20	20	21	20	19	20	19	21
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	22	21	23	24	23	22	24
» de 0 à —80° .	20	18	20	13	21	16	28	10
Total . . .	**70**	**74**	**70**	**75**	**71**	**76**	**70**	**75**
Expérience 5.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	3	0	4	0	3
» 2e »	6	15	8	13	6	12	5	15
» 1re »	20	21	22	21	21	23	21	22
Ext. du poignet (90 à 0°)	23	21	24	23	23	25	24	25
» de 0 à —80° .	24	20	20	18	20	11	20	14
Total . . .	**73**	**79**	**74**	**78**	**70**	**75**	**70**	**79**

Moyennes des expériences 1-5.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3e phal.	0	1,6	0	2,4	0	3,2	0	3,8
» 2e »	5,4	10	6	13	7,6	11,2	5,8	12,8
» 1re »	20	19,4	22,2	21	18,6	19,2	19,2	21,4
Ext. du poignet (90 à 0°)	25,4	25	26,4	25	26	24,8	24,4	23,4
» de 0 à —80° .	19,2	16,2	16,4	13,6	16	11,6	14,8	11,4
Total pour les phal.	25,4	31	28,2	36,4	26,2	33,6	25	38
» le poigt	44,6	41,2	42,8	38,6	42	36,4	39,2	34,8
Total . . .	**70**	**72,2**	**71**	**75**	**68,2**	**70**	**64,2**	**72,8**

IIe série. La main est fléchie à 25°, les doigts sont repliés en crochet; on exécute successivement l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

Expérience 6.	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	2	0	5	0	2
» 2e »	8	15	4	8	5	10	5	10
» 1re »	22	23	21	22	20	20	20	18
Ext. du poignet (25 à 0°).	20	11	25	18	22	19	20	14
» de 0 à —80° .	10	7	10	14	13	9	13	10
Total . . .	**60**	**59**	**60**	**64**	**60**	**63**	**58**	**54**
Expérience 7.								
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	4	0	2	0	2
» 2e »	8	14	7	11	4	9	4	8
» 1re »	20	13	19	16	20	18	20	20
Ext. du poignet (25 à 0°)	17	19	23	22	20	21	20	14
» de 0 à —80° .	1[illegible]	10	11	10	10	10	10	10
Total . . .	**55**	**59**	**60**	**63**	**54**	**60**	**54**	**54**

Moyennes des expériences 6 et 7.

Ext. de la 3e phal.	0	3	0	3	0	3,5	0	2
» 2e »	8	14,5	5,5	9,5	4,5	9,5	4,5	9
» 1re »	21	18	20	19	20	19	20	19
Ext. du poignet (25 à 0°)	18,5	15	24	20	21	20	20	14
» de 0 à —80° .	10	8,5	10,5	12	11,5	9,5	11,5	10
Total . . .	**57,5**	**59**	**60**	**63,5**	**57**	**61,5**	**56**	**54**

Extenseur commun.

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

Ire série. La main est en extension forcée (—80°); les doigts sont en extension; on exécute successivement la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

Expérience 8.	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
Flex. de la 3e phal	0		0		0		0	
» 2e »	4		3		3		3	
» 1re »	16		12		15		10	
Flex. du poig. (—80 à 0°)	20		20		22		17	
» de 0 à 25° . .	10	38	15	43	10	39	9	32
» de 25 à 90° . .	8		8		7		6	
Total . . .	58		58		57		45	

Expérience 9.								
Flex. de la 3e phal.	0		0		0		0	
» 2e »	3		3		1		2	
» 1re »	17		15		14		10	
Flex. du poig (—80 à 0°)	20		20		22		18	
» de 0 à 25° . .	10	38	12	40	13	41	10	33
» de 25 à 90° . .	8		8		6		5	
Total . . .	58		58		56		45	

Moyennes des expériences 8 et 9.

Flex. de la 3e phal.	0		0		0		0	
» 2e »	3,5		3		2		2,5	
» 1re »	16,5		13,5		14,5		10	
Flex. du poig. (—80 à 0°)	20		20		22		17,5	
» de 0 à 25° . .	10	38	13,5	41,5	11,5	40	9,5	32,5
» de 25 à 90 . .	8		8		6,5		5,5	
Total . . .	58		58		56,5		45	

IIe série. Les doigts en extension, le poignet en extension forcée (—80°); on exécute d'abord la flexion du poignet et ensuite la flexion des doigts.

Expérience 10.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
Flex. du poig. (—80 à 0°)	20		20		22		18	
» de 0 à 25° . .	15	45	11	45	11	43	10	35
» de 25 à 90° . .	10		14		10		7	
Flex. de la 3e phal.	0		0		0		0	
» 2e »	3		3		2		1	
» 1re »	12		12		11		9	
Total . . .	**60**		**60**		**56**		**45**	

Expérience 11.

Flex. du poig. (—80 à 0°)	20		20		20		19	
» de 0 à 25° . .	14	48	12	43	9	39	6	34
» de 25 à 90° . .	14		11		10		9	
Flex. de la 3e phal.	0		0		0		0	
» 2e »	2		3		2		1	
» 1re »	12		12		12		9	
Total . . .	**62**		**58**		**53**		**44**	

Moyennes des expériences 10 et 11.

Flex. du poig. (— 80 à 0°)	20		20		21		18,5	
» de 0 à 25° . .	14,5	46,5	11,5	44	10	41	8	34,5
» de 25 à 90° . .	12		12,5		10		8	
Flex. de la 3e phal.	0		0		0		0	
» 2e »	2,5		3		2		1	
» 1re »	12		12		11,5		9	
Total . . .	**61**		**59**		**54,5**		**44,5**	

Extenseur propre de l'index.

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

Ire série. L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion des phalanges et ensuite la flexion du poignet.

	Exp. 12		Exp. 13		Moyennes	
Flex. de la 3e phal.	0		0		0	
» 2e »	2		4		3	
» 1re »	18		17		17,5	
Flex. du poig. (—80 à 0°)	20		21		20,5	
» de 0 à 25° . .	10	37	10	38	10	37,5
» de 25 à 90° . .	7		7		7	
Total . . .	**57**		**59**		**58**	

IIe série. L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion du poignet et ensuite la flexion des phalanges.

	Exp. 14		Exp. 15		Moyennes	
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. (—80 à 0°).	22	44	21	43	21,5	43,5
» de 0 à 25° . .	14		14		14	
» de 25 à 90° . .	8		8		8	
Flex. de la 3e phal.	0		0		0	
» 2e »	2		2		2	
» 1re »	13		14		13,5	
Total . . .	59		59		59	

Grand palmaire.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée (90°); on exécute graduellement le mouvement d'extension.

	Exp. 16	Exp. 17	Exp. 18	Moyennes
Extens. du poignet jusqu'à l'horizont. (90 à 0°) .	24	25	24	24 1/3
» de 0 à —80° .	15	14	14	14 1/3
Total . . .	39	39	38	38 2/3

Cubital antérieur.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée (90°); on exécute graduellement le mouvement d'extension.

	Exp. 19	Exp. 20	Exp. 21	Moyennes
Extens. du poignet jusqu'à l'horizont. (90 à 0°) .	26	27	25	26
» de (0 à —80°) .	11	12	14	12 1/3
Total . . .	39	39	39	38 1/3

Cubital postérieur.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main est en extension forcée (—80°); on exécute graduellement le mouvement de flexion.

	Exp. 22	Exp. 23	Exp. 24	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. (—80 à 0°).	15	15	14	14 2/3
» de 0 à 25° . .	5	5	6	5 1/3
» de 25 à 90°. .	3	3	2	2 2/3
Total . . .	23	23	22	22 2/3

Premier radial.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main est en extension forcée (— 80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 25	Exp. 26	Exp. 27	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. (— 80 à 0°).	12	14	13	13
» de 0 à 25° . .	10	11	12	11
» de 25 à 90° . .	10	10	10	10
Total . . .	32	35	35	34

Second radial.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main placée comme ci-dessus.

	Exp. 28	Exp. 29	Exp. 30	Moyennes
Flexion du poignet jusqu'à l'horiz. (— 80 à 0°).	14	15	14	14 1/3
» de 0 à 25° . .	15	16	16	15 2/3
» de 25 à 90°. .	14	13	14	13 2/3
Total . . .	43	44	44	43 2/3

Sujet B.

Fléchisseurs communs superficiel et profond.

Etirement correspondant à l'extension des doigts et du poignet.

Ire série. Le poignet est en flexion palmaire forcée (90°), les doigts sont repliés en crochet; on exécute successivement l'extension des phalanges et ensuite l'extension du poignet.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Expérience 31.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	3	0	1	0	1
» 2e »	5	8	10	7	10	8	6	9
» 1re »	18	19	19	19	18	19	18	19
Ext. du poignet (90 à 0°)	22	20	22	21	21	20	21	23
» de 0 à —80°. .	22	20	20	19	16	15	15	10
Total . . .	67	69	71	69	65	63	60	62
Expérience 32.								
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	4	0	2	0	2
» 2e »	8	7	9	8	9	8	9	8
» 1re »	18	19	19	18	19	18	18	20
Ext. du poignet (90 à 0°)	22	20	20	20	20	19	18	20
» de 0 à —80° .	22	20	22	20	20	20	18	12
Total . . .	70	69	70	70	68	67	63	61

Expérience 33.	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	3	0	2	0	2
» 2e »	7	6	8	7	7	8	7	8
» 1re »	20	19	19	18	18	17	18	16
Ext. du poig. (90 à 25°)	13	13	12	11	11	11	10	15
» de 25 à 0° . .	10	10	12	9	12	10	10	10
» de 0 à —80° .	20	20	20	20	19	20	19	15
Total . . .	**70**	**70**	**72**	**68**	**67**	**68**	**64**	**61**

Expérience 34.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	1	0	2	0	2
» 2e »	8	7	8	6	7	5	8	9
» 1re »	17	19	18	18	17	18	16	15
Ext. du poig. (90 à 25°)	14	13	14	12	13	12	12	12
» de 25 à 0° . .	10	10	10	9	10	10	10	9
» de 0 à —80° .	22	20	21	20	20	18	18	13
Total . . .	**71**	**71**	**71**	**66**	**67**	**65**	**64**	**60**

Expérience 35.								
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	2	0	2	0	2
» 2e »	7	7	8	8	7	7	8	7
» 1re »	20	18	18	16	19	18	17	16
Ext. du poig. (90 à 25°)	13	12	14	13	12	11	12	11
» de 25 à 0° . .	10	10	11	10	10	10	9	11
» de 0 à —80° .	21	20	20	21	20	20	18	14
Total . . .	**71**	**70**	**71**	**70**	**68**	**68**	**64**	**61**

Moyennes des expériences 31 à 35.

Ext. de la 3e phal.	0	2,4	0	2,6	0	1,8	0	1,8
» 2e »	7	7	8,6	7,2	8	7,2	7,6	8,2
» 1re »	18,6	18,8	18,6	17,8	18,2	18	17,4	17
Ext. du poig. (90 à 0°)	22,8	21,6	23,2	21	21,8	20,6	20,4	21,2
» de 0 à —80° .	21,4	20	20,6	20	19	18,6	17,6	12,8
Total . . .	**69,8**	**69,8**	**71**	**68,6**	**67**	**66,2**	**63**	**61**

IIe série. La main est fléchie à 25°, les doigts sont repliés en crochet; on exécute successivement l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

Expérience 36.	Index s.	Index p.	Médius s.	Médius p.	Annulaire s.	Annulaire p.	Petit doigt s.	Petit doigt p.
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	4	0	3	0	3
» 2e »	8	10	8	7	10	7	8	7
» 1re »	20	16	20	19	20	19	20	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	19	16	20	18	16	17	15	16
» de 0 à —80° .	10	11	10	9	10	8	10	8
Total . . .	**57**	**56**	**58**	**57**	**56**	**54**	**53**	**52**
Expérience 37.								
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	2	0	3	0	4
» 2e »	9	7	9	6	9	7	7	6
» 1re »	21	16	20	20	19	16	17	16
Ext. du poignet (25 à 0°)	13	18	12	13	15	16	14	14
» de 0 à —80° .	12	14	11	10	12	9	10	10
Total . . .	**55**	**58**	**52**	**51**	**55**	**51**	**48**	**50**

Moyennes des expériences 36 et 37.

Ext. de la 3e phal.	0	3	0	3	0	3	0	3,5
» 2e »	8,5	8,5	8,5	6,5	9,5	7	7,5	6,5
» 1re »	20,5	16	20	19,5	19,5	17,5	18,5	17
Ext. du poignet (25 à 0°)	16	17	16	15,5	15,5	16,5	14,5	15
» de 0 à —80° .	11	12,5	10,5	9,5	11	8,5	10	9
Total . . .	**56**	**57**	**55**	**54**	**55,5**	**52,5**	**50,5**	**51**

Extenseur commun.

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

Ire Série. La main est en extension forcée (—80°), les doigts sont en extension ; on exécute successivement la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

Expérience 38.	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3e phal.	0	0	0	0
» 2e »	3	3	2	2
» 1re »	15	17	16	12
Flex. du poignet (- 80 à 0°)	20	20	20	18
» de 0 à 25° . . .	10	10	10	10
» de 25 à 90° . .	8	7	6	4
Total . . .	**56**	**57**	**54**	**46**

Expérience 39.	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flex. de la 3e phalange .	0	0	0	0
» 2e »	4	4	3	2
» 1re »	16	16	15	11
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	18	21	20	15
» de 0 à 25°	9	9	10	8
» de 25 à 90°	8	7	6	4
Total . . .	**55**	**57**	**54**	**40**

Expérience 40.				
Flex. de la 3e phalange .	0	0	0	0
» 2e »	3	3	2	1
» 1re »	14	16	16	10
Flexion du poignet (—80 à 0°).	21	21	21	17
» de 0 à 25°	11	10	9	9
» de 25 à 90°	8	7	6	3
Total . . .	**57**	**57**	**54**	**40**

Moyennes des expériences 38 à 40.

Flex. de la 3e phalange .	0	0	0	0
» 2e »	3 1/3	3 1/3	2 1/3	1 2/3
» 1re »	15	16 1/3	15 2/3	11
Flexion du poignet (—80 à 0°).	19 2/3	20 2/3	20 1/3	16 2/3
» de 0 à 25°	10	9 2/3	9 2/3	9
» de 25 à 90°	8	7	6	3 2/3
Total . . .	**56**	**57**	**54**	**42**

IIe série. La main est en extension forcée (—80°), les deux dernières phalanges sont fléchies, la première est en extension ; on exécute la flexion du poignet (seul).

Expérience 41.	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion du poignet (—80 à 0°).	25	24	20	17
» de 0 à 25°	10	11	9	8
» de 25 à 90° . . .	5	5	9	3
Total . . .	**40**	**40**	**38**	**28**

Expérience 42.				
Flexion du poignet (—80 à 0°).	20	20	20	17
» de 0 à 25°	9	12	11	9
» de 25 à 90°	9	8	5	2
Total . . .	**38**	**40**	**36**	**28**

Moyennes des expériences 41 et 42.

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	22,5	22	20	17
» de 0 à 25°	9,5	11,5	10	8,5
» de 25 à —90°. . .	7	6,5	7	2,5
Total . . .	**39**	**40**	**37**	**28**

Extenseur propre de l'index.

Etirement correspondant à la flexion des phalanges et du poignet.

Ire série. L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion des phalanges et ensuite la flexion du poignet.

	Exp. 43	Exp. 44	Moyennes
Flex. de la 3e phalange .	0	0	0
» 2e »	4	5	4,5
» 1re »	20	18	19
Flexion du poignet (– 80° à 0°) .	19	20	19,5
» de 0 à 25°	10	9	9,5
» de 25 à 90° . . .	4	5	4,5
Total . . .	**57**	**57**	**57**

IIe série. L'index en extension, la main en extension forcée (—80°); on exécute la flexion du poignet (seul).

	Exp. 45	Exp. 46	Moyennes
Flexion du poignet (—80 à 0°).	25	23	24
» de 0 à 25° . . .	10	10	10
» de 25 à 90° . . .	7	7	7
Total . . .	**42**	**40**	**41**

Grand palmaire.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée (90°); on exécute l'extension du poignet.

	Exp. 47	Exp. 48	Exp. 49	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°). .	10	8	10	9 1/3
» de 25 à 0°	14	14	12	13 1/3
» de 0 à —80° . . .	13	14	14	13 2/3
Total . . .	**37**	**36**	**36**	**36 1/3**

Cubital antérieur.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main est en flexion palmaire forcée (90°); on exécute l'extension du poignet.

	Exp. 50	Exp. 51	Exp. 52	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°). .	8	9	8	8 1/3
» de 25 à 0°	16	17	18	17
» de 0 à —80° . . .	16	15	15	15 1/3
Total . . .	40	41	41	40 2/3

Cubital postérieur.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main est en extension forcée (—80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 53	Exp. 54	Exp, 55	Moyennes
Flexion du poignet(—80 à 0°) .	8	11	10	9 2/3
» de 0 à 25°	8	8	8	8
» de 25 à 90° . . , .	4	3	3	3 1/3
Total . . .	20	22	21	21

Premier radial.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (— 80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 56	Exp. 57	Exp. 58	Moyennes
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	13	14	13	13 1/3
» de 0 à 25°	11	12	11	11 1/3
» de 25 à 90°	10	9	10	9 2/3
Total . . .	34	35	34	34 1/3

Second radial.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (— 80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 59	Exp. 60	Exp. 61	Moyennes
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	14	14	15	14 1/3
» de 0 à 25°	14	12	14	13 1/3
» de 25 à 90°	14	15	14	14 1/3
Total . . .	42	41	43	42

Sujet C.

Fléchisseurs communs superficiel et profond.

Etirement correspondant à l'extension des doigts et du poignet.

1re série. La main en flexion palmaire forcée (90°), les doigts en crochet ; on exécute l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

	Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
	s.	p.	s.	p.	s.	p.	s.	p.
Expérience 62.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	3	0	5	0	3
» 2e »	5	10	8	6	6	5	5	7
» 1re »	20	20	22	20	20	20	20	22
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	20	21	22	20	20	21	21
» de 0 à —80° .	20	20	21	22	23	20	20	21
Total . . .	**70**	**72**	**72**	**73**	**69**	**70**	**66**	**74**
Expérience 63.								
Ext. de la 3e phal.	0	2	0	4	0	4	0	4
» 2e »	5	13	7	14	5	10	4	10
» 1re »	20	20	21	20	21	23	20	20
Ext. du poignet (90 à 0°)	24	20	22	24	23	23	20	22
» de 0 à —80° .	21	19	20	12	20	10	20	18
Total . . .	**70**	**74**	**70**	**74**	**69**	**70**	**64**	**74**
Expérience 64.								
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	5	0	5	0	3
» 2e »	5	12	8	12	5	11	5	10
» 1re »	20	20	22	20	20	24	18	21
Ext. du poignet (90 à 0°)	25	22	24	22	24	23	21	26
» de 0 à —80° .	20	16	20	13	20	10	21	11
Total . . .	**70**	**73**	**74**	**72**	**69**	**73**	**65**	**71**

Moyennes des expériences 62 à 64.

Ext. de la 3e phal.	0	2 1/3	0	4	0	4 2/3	0	3 1/3
» 2e »	5	11 2/3	7 2/3	10 2/3	5 1/3	8 2/3	4 2/3	9
» 1re »	20	20	21 2/3	20	20 1/3	22 1/3	19 1/3	21
Ext. du poignet (90 à 0°)	24 2/3	20 2/3	22 1/3	22 1/3	22 1/3	22	20 2/3	23
» de 0 à —80° .	20 1/3	18 1/3	20 1/3	15	21	13 1/3	20 1/3	16 2/3
Total . . .	**70**	**73**	**72**	**73**	**69**	**71**	**65**	**73**

IIe série. La main fléchie à 25°, les doigts en crochet ; on exécute l'extension des phalanges, puis l'extension du poignet.

Expérience 65.	Index s.	Index p.	Médius s.	Médius p.	Annulaire s.	Annulaire p.	Petit doigt s.	Petit doigt p.
Ext. de la 3e phal.	0	3	0	4	0	3	0	2
» 2e »	7	15	8	12	4	8	4	10
» 1re »	21	14	18	15	18	18	20	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	16	18	24	23	22	23	20	14
» de 0 à — 80° .	12	10	10	11	10	11	10	10
Total . . .	**56**	**60**	**60**	**65**	**54**	**63**	**54**	**54**
Expérience 66.								
Ext. de la 3e phal.	0	4	0	5	0	3	0	2
» 2e »	8	13	7	10	8	8	4	10
» 1re »	20	13	19	15	16	16	24	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	18	18	24	21	26	21	20	13
» de 0 à —80°. .	12	10	10	10	10	13	10	11
Total . . .	**58**	**58**	**60**	**61**	**60**	**61**	**58**	**54**

Moyennes des expériences 65 et 66.

Ext. de la 3e phal.	0	3,5	0	4,5	0	3	0	2
» 2e »	7,5	14	7,5	11	6	8	4	10
» 1re »	20,5	13,5	18,5	15	17	17	22	18
Ext. du poignet (25 à 0°)	17	18	24	22	24	22	20	13,5
» de 0 à —80° .	12	10	10	10,5	10	12	10	10,5
Total . . .	**57**	**59**	**60**	**63**	**57**	**62**	**56**	**54**

Extenseur commun.

Etirement correspondant à la flexion des doigts et du poignet.

La main en extension forcée (—80°), les doigts en extension ; on exécute la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

Expérience 67.	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion de la 3e phalange.	0	0	0	0
» 2e »	4	3	3	2
» 1re »	15	13	15	10
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	20	20	22	17
» de 0 à 25°.	10	15	10	9
» de 25 à 90	9	8	6	7
Total . . .	**58**	**59**	**56**	**45**

Expérience 68.

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Flexion de la 3e phalange.	0	0	0	0
» 2e »	5	5	4	2
» 1re »	16	12	14	9
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	20	20	21	16
» de 0 à 25°.	10	14	11	10
» de 25 à 90°	8	8	7	8
Total . . .	**59**	**59**	**57**	**45**

Moyennes des expériences 67 et 68

Flexion de la 3e phalange.	0	0	0	0
» 2e »	4,5	4	3,5	2
» 1re »	15,5	12,5	14,5	9,5
Flexion du poignet (—80 à 0°). .	20	20	21,5	16,5
» de 0 à 25°	10	14,5	10,5	9,5
» de 25 à 90°	8,5	8	6,5	7,5
Total . . .	**58,5**	**59**	**56,5**	**45**

Extenseur propre.

Etirement correspondant à la flexion de l'index et du poignet.

La main en extension forcée (—80°), l'index en extension ; on exécute la flexion des phalanges, puis la flexion du poignet.

	Exp. 69	Exp. 70	Moyennes
Flexion de la 3e phalange.	0	0	0
» 2e »	4	3	3,5
» 1re »	20	21	20,5
Flexion du poignet (—80 à 0°) .	18	19	18,5
» de 0 à 25°	11	10	10,5
» de 25 à 90°	4	4	4
Total . . .	**57**	**57**	**57**

Grand palmaire.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main en flexion palmaire forcée (90°), on exécute le mouvement d'extension.

	Exp. 71	Exp. 72	Exp. 73	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°).	11	10	10	10 1/3
» de 25 à 0° . . .	15	14	15	14 2/3
» de 0 à —80° . .	12	13	14	13
Total . . .	**38**	**39**	**37**	**38**

Cubital antérieur.

Etirement correspondant à l'extension du poignet.

La main en flexion palmaire forcée (90°); on exécute le mouvement d'extension.

	Exp. 74	Exp. 75	Exp. 76	Moyennes
Extens. du poignet (90 à 25°).	10	10	9	9 2/3
» de 25 à 0°	17	16	17	16 2/3
» de 0 à —80°. . .	13	14	12	13
Total . . .	**40**	**40**	**38**	**39 1/3**

Premier radial.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (—80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 77	Exp. 78	Exp. 79	Moyennes
Flexion du poignet (—80 à 0°).	14	13	13	13 1/3
» de 0 à 25° . . .	10	11	12	11
» de 25 à 90° . . .	11	12	10	11
Total . . .	**35**	**36**	**35**	**35 1/3**

Second radial.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (— 80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 80	Exp. 81	Exp. 82	Moyennes
Flexion du poignet (— 80 à 0°).	14	15	14	14 1/3
» de 0 à 25° . . .	15	13	15	14 1/3
» de 25 à 90° . . .	12	13	12	12 1/3
Total . . .	**41**	**41**	**41**	**41**

Cubital postérieur.

Etirement correspondant à la flexion du poignet.

La main en extension forcée (—80°); on exécute le mouvement de flexion.

	Exp. 83	Exp. 84	Exp. 85	Moyennes
Flexion du poignet (—80 à 0°).	9	8	10	9
» de 0 à 25° . . .	9	9	8	8 2/3
» de 25 à 90° . . .	5	4	5	4 2/3
Total . . .	**23**	**21**	**23**	**22 1/3**

Sujet D.

L'appareil est complété au moyen d'un cercle gradué qui permet de mesurer les degrés de flexion.

Raccourcissement des *fléchisseurs* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion de la 1re phalange (articulation métacarpo-phalangienne).

Les doigts sont placés en extension forcée (—20°) ; on exécute les mouvements de flexion de 20 à 20° (amplitude totale : 110°).

L'étirement des muscles est indiqué en millimètres.

Exp. 86. **Index.**

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
—20° à 0°	3,2	3,0	1,8	1,8
0 à 20	4,4	3,8	2,3	2,3
20 à 40	4,8	4,5	3,0	2,8
40 à 60	3,3	3,3	2,1	2,1
60 à 80	3,0	2,8	2,0	2,0
80 à 90	1,2	1,4	1,0	1,0
Total	**19,9**	**18,8**	**12,2**	**12,0**

Médius.

—20° à 0°	3,3	3,2	2,0
0 à 20	4,2	4,0	2,5
20 à 40	5,0	5,0	3,0
40 à 60	3,8	3,8	2,2
60 à 80	3,0	2,5	2,0
80 à 90	1,5	1,5	1,0
Total	**20,8**	**20,0**	**12,7**

Petit doigt.

—20° à 0°	3,0	3,1	1,4
0 à 20	4,0	4,1	1,6
20 à 40	4,3	4,5	2,3
40 à 60	3,1	3,3	1,5
60 à 80	2,5	2,6	1,5
80 à 90	1,2	1,2	0,7
Total	**18,1**	**18,8**	**9,0**

Raccourcissement des *fléchisseurs* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion de la 2me phalange.

Exp. 87.

Index.

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
0° à 20°	3,5	3,3	1,6	1,5
20 à 40	4,1	4,0	2,0	2,1
40 à 60	3,2	3,3	1,8	1,8
60 à 80	2,5	2,4	1,1	1,1
80 à 90	1,0	1,0	0,5	0,6
Total	**14,3**	**14,0**	**7,0**	**7,1**

Médius.

0° à 20°	3,6	3,5	1,5
20 à 40	4,4	4,3	2,2
40 à 60	4,1	4,1	1,8
60 à 80	2,2	2,1	1,1
80 à 90	1,0	1,0	0,5
Total	**15,3**	**15,0**	**7,1**

Petit doigt.

0° à 20°	2,4	2,5	1,2
20 à 40	3,6	3,6	2,0
40 à 60	2,8	2,8	1,5
60 à 80	1,6	1,6	1,0
80 à 90	0,6	0,7	0,4
Total	**11,5**	**11,2**	**6,1**

Raccourcissement du *fléchisseur profond* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion de la 3me phalange.

Exp. 88.

Index.

Flexion de	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
0° à 20°	1,0	0,5	0,5
à 40	1,4	0,7	0,7
40 à 60	2,0	1,4	1,2
60 à 80	1,5	1,0	1,0
80 à 90	0,5	0,2	0,1
Total	**6,4**	**3,8**	**3,5**

Flexion de	Médius. Fléchisseur profond	Médius. Extenseur commun	Petit doigt. Fléchisseur profond	Petit doigt. Extenseur commun
0° à 20°	1,0	0,5	0,5	0,1
20 à 40	1,4	0,7	0,8	0,5
40 à 60	2,3	1,4	1,2	0,8
60 à 80	1,5	1,0	1,0	0,4
80 à 90	0,5	0,2	0,1	0,1
Total	**6,7**	**3,8**	**3,6**	**1,9**

Raccourcissement des *fléchisseurs* et étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion du poignet de —90° à 90° (amplitude totale : 180°).

Le poignet en extension forcée (—90°) ; on exécute successivement les mouvements de flexion (les doigts sont maintenus en extension).

Exp. 89. **Index.**

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun	Extenseur propre
—90° à —80°	1,5	1,5	1,0	1,1
—80 à —60	3,4	3,4	3,3	3,2
—60 à —40	4,4	4,5	5,0	5,0
—40 à —20	5,0	5,0	5,2	5,2
—20 à 0	5,3	5,3	5,6	5,6
0 à 20	5,4	5,4	5,7	5,7
20 à 40	6,0	6,0	6,3	6,3
40 à 60	6,8	6,9	7,2	7,3
60 à 80	6,5	6,5	6,6	6,6
80 à 90	1,5	1,5	1,1	1,1
Total	**45,8**	**46,1**	**47,0**	**47,1**

Médius.

—90° à —80°	1,6	1,5	1,0
—80 à —60	3,4	3,3	3,0
—60 à —40	4,4	4,4	5,0
—40 à —20	5,1	5,0	5,5
—20 à 0	5,3	5,2	5,7
0 à 20	5,4	5,4	5,8
20 à 40	6,0	6,0	6,3
40 à 60	6,8	6,7	7,0
60 à 80	6,6	6,4	6,4
80 à 90	1,5	1,4	1,0
Total	**46,1**	**45,3**	**46,7**

Annulaire.

Flexion de	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond	Extenseur commun
—90° à —80°	1,5	1,2	1,5
—80 à —60	3,5	3,4	3,6
—60 à —40	4,3	4,0	4,0
—40 à —20	5,1	4,6	4,5
—20 à 0	5,2	5,2	5,2
0 à 20	5,4	5,4	5,4
20 à 40	6,0	6,0	6,0
40 à 60	6,8	6,5	6,7
60 à 80	6,4	6,2	6,2
80 à 90	1,4	1,2	1,3
Total .	**45,6**	**43,7**	**44,4**

Petit doigt.

—90° à —80°	1,2	1,1	0,7
—80 à —60	3,3	3,2	2,5
—60 à —40	4,0	4,0	3,8
—40 à —20	4,2	4,2	4,0
—20 à 0	4,6	4,5	4,3
0 à 20	5,0	5,0	4,8
20 à 40	5,7	5,6	5,0
40 à 60	6,2	6,2	5,8
60 à 80	6,0	6,0	5,3
80 à 90	1,2	1,0	1,0
Total .	**41,4**	**40,8**	**37,2**

Exp. 90.

Flexion de	Grand palmaire.	Cubital antérieur	Premier radial	Second radial.	Cubital post.
—90° à —80°	1,0	1,0	1,0	1,1	0,5
—80 à —60	2,5	2,0	1,5	1,5	1,0
—60 à —40	3,8	3,5	2,2	2,3	1,3
—40 à —20	4,2	4,1	3,1	3,2	1,5
—20 à 0	4,6	4,3	4,2	4,2	2,0
0 à 20	5,2	5,0	4,5	4,5	2,5
20 à 40	6,0	5,4	4,8	5,0	3,0
40 à 60	6,5	6,0	5,2	5,4	4,5
60 à 80	5,1	4,8	4,3	4,4	2,6
80 à 90	1,5	1,6	2,0	2,1	0,5
Total . .	**40,4**	**37,7**	**32,8**	**33,7**	**19,4**

Résumé des expériences 86 à 89.

Index.

	Fl. sup.	Fl. pr.	Ext. c.	Ext. pr.
Flex. de la 1re phal.	19,9	18,8	12,2	12
» 2e »	14,3	14	7	7,1
» 3e »	—	6,4	3,8	3,5
Total . . .	**34,2**	**39,2**	**23**	**22,6**
Flexion du poignet	45,8	46,1	47	47,2
Total . . .	**80**	**85,3**	**70**	**69,8**

Médius.

Flex. de la 1re phal.	20,8	20	12,7
» 2e »	15,3	15	7,1
» 3e »	--	6,7	3,8
Total . . .	**36,1**	**41,7**	**23,6**
Flexion du poignet	46,2	45,4	46,8
Total . . .	**82,3**	**87,1**	**70,4**

Petit doigt.

Flex. de la 1re phal.	18,1	18,8	9,0
» 2e »	11,0	11,2	6,1
» 3e »	—	3,6	1,9
Total . . .	**29,1**	**33,6**	**17**
Flexion du poignet	41,4	40,8	37,2
Total . . .	**70,5**	**74,4**	**54,2**

Résumé de l'expérience 90.

	Gr. palm.	Cub. ant.	1er rad.	2e rad.	Cub. post.
Flexion du poignet					
» de —90 à 0°	16,1	14,9	12	12,3	6,3
» de 0 à 90°	24,3	22,8	20,8	21,4	13,1
Total . . .	**40,4**	**37,7**	**32,8**	**33,7**	**19,4**

Mesure de la longueur des muscles.

Je place ici quelques indications relatives à la longueur des muscles et des tendons, afin de pouvoir les utiliser dans le paragraphe suivant. Il importe, en effet, de pouvoir discuter le degré d'étirement et de raccourcissement *en rapport* avec les dimensions des muscles.

Les mesures ont été prises sur le sujet C[1].

Fléchisseur superficiel.

Corps charnu du	faisc.	de l'index. . .	26 cm.,	tendon	15 cm.
»	»	du médius . .	21 »	»	17 »
»	»	de l'annulaire .	19 »	»	20 »
»	»	du petit doigt .	21 »	»	14 »

Fléchisseur profond.

Corps charnu du	faisc.	de l'index . .	19 cm.,	tendon	20 cm.
»	»	du médius . .	23 »	»	16 »
»	»	de l'annulaire .	18 »	»	19 »
»	»	du petit doigt .	18 »	»	20 »

Extenseur commun des doigts.

Corps charnu du	faisc.	de l'index. . .	21 cm.,	tendon	22 cm.
»	»	du médius . .	14 »	»	28 »
»	»	de l'annulaire .	20 »	»	22 »
»	»	du petit doigt .	21 »	»	19 »

Extenseur propre de l'index.

Longueur du corps charnu 19 cm., du tendon 15 cm.

Grand palmaire.

Longueur du corps charnu 19 cm., du tendon 10 cm.

[1] Ces chiffres sont approximatifs. Il faudrait pour faire un calcul exact tenir compte de la longueur et de la direction de toutes les fibres.

Cubital antérieur.

Longueur du corps charnu 25 cm., du tendon 2 cm.

Cubital postérieur.

Longueur du corps charnu 22 cm., du tendon 11 cm.

Premier radial.

Longueur du corps charnu 14 cm., du tendon 16 cm.

Second radial.

Longueur du corps charnu 18 cm., du tendon 11 cm.

Déductions.

Action des fléchisseurs.

Chez le sujet A (moy. des exp. 1-5), la main étant en flexion palmaire forcée, les doigts repliés en crochet, on constate d'abord que l'extension totale des phalanges et du poignet produit un allongement de 70 mm. pour le fléchisseur superficiel et de 72,2 pour le fléchisseur profond (faisceau de l'index).

Cela veut dire que ces muscles devraient se raccourcir de la même quantité pour effectuer la flexion complète des phalanges, plus la flexion du poignet de — 80 à 90°. On voit encore que des 70 mm. qui indiquent l'étirement du fléchisseur superficiel, 44,6 correspondent à l'extension du carpe de 90 à —80° (amplitude 170°) et 25,4 à l'extension de la première et de la seconde phalange. Quant aux 72,2 mm. qui indiquent l'étirement du fléchisseur profond, 41,2 mm. correspondent à l'extension du carpe et 31 mm. à l'extension des trois phalanges.

En réalité, le mouvement ne s'effectue que très exceptionnellement avec une si grande amplitude. Nous savons déjà que lorsque les doigts sont repliés, les phalanges serrées les unes contre les autres, la plupart des individus ne peuvent pas fléchir le poignet au delà de 20-25° [1].

Sous ce rapport, la seconde série d'expériences (nos 6 et 7), où l'on part de la flexion à 25°, correspond plus exactement à la

[1] Nous pouvons bien fléchir les doigts en même temps que le poignet, mais à condition de ne pas les replier entièrement et de tenir les phalanges un peu écartées.

réalité. Dans cette seconde série, l'extension des phalanges et du poignet à partir de la position indiquée produit un étirement de 57,5 mm. pour le fléchisseur superficiel et de 59 pour le fléchisseur profond (faisceau de l'index). Cela veut dire que ces muscles devraient se raccourcir de la même quantité pour produire la flexion complète des phalanges plus la flexion du poignet jusqu'à 25°.

Les différences entre les chiffres de la première et ceux de la seconde série (12,5 mm. pour le fléchisseur superficiel et 13,2 pour le fléchisseur profond) indiquent de combien ces muscles devraient se raccourcir encore pour compléter la flexion de 25° à 90°.

Les chiffres sont constamment un peu plus forts pour le médius, plus faibles, au contraire, pour l'annulaire et le petit doigt, ce qui s'explique par les proportions du squelette.

Chez le sujet B (féminin), dont les extrémités étaient plus fines, l'extension totale des phalanges et du poignet produit un étirement de 69,8 dans la première série d'expériences (moy. des exp. 31 à 35) et de 56 à 57 dans la seconde. (moy. des exp. 36 à 37). Différences : 13,8 et 12,8 mm.

Chez le sujet C (homme de 45 ans), les chiffres sont de nou veau très semblables à ceux du sujet A :

1re série.	Etirt du fléch. sup.	70	du fl. prof.	73	(Exp. 62-64)
2e »	» »	57	»	59	(Exp. 65-66)
	Différences	13		14	

Enfin chez le sujet D, où les mesures ont été prises d'une manière différente, chaque excursion de 20° faisant l'objet d'une expérience à part, on trouve :

1° En additionnant les chiffres correspondant à la flexion des phalanges et à la flexion du poignet jusqu'à 90° (Exp. 86-89) [1]

	Fléchiss. superficiel (f. de l'index)	Fléchiss. profond (f. de l'index)
Flexion de la 1re phalange . . .	19,9	18,8
» » 2e » . . .	14,3	14
» » 3e » . . .	—,—	6,4
» du poignet de —90 à 90° .	45,8	46,1
Total . .	80	85,3

[1] Ces chiffres indiquent le *raccourcissement* des fléchisseurs correspondant à la flexion.

2° En additionnant les chiffres correspondant à la flexion des phalanges et à la flexion du poignet jusqu'à 25° :

	Fléchiss. superficiel	Fléchiss. profond
Flexion de la 1re phalange. . . .	19,9	18,8
» » 2e » . . .	14,3	14
» » 3e » . . .	—,—	6,4
» du poignet de —90 à 0°. .	25	25,1
de 0 à 25° .	1,5	1,5
Total . .	60,7	65,8

Différences: 80 —60,7 = 19,3 mm.
85,3—65,8 = 19,5 »

Ces chiffres, un peu plus forts que dans les trois premiers cas, s'expliquent parce que, en procédant de cette manière, les tendons gardent plus de liberté que lorsqu'ils sont déjà tendus par un mouvement précédent.

En résumé, nous pouvons admettre comme mesure moyenne de l'étirement des fléchisseurs :

1° En passant de la flexion complète à l'extension forcée des doigts et du poignet (Exp. 1-5) :

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Pour le fléchisseur superficiel	70	71	68	64
» profond	72	75	70	73

2° En passant de la flexion du poignet à 25° (avec flexion complète des doigts) à l'extension forcée (Exp. 6-7) :

	Index	Médius	Annulaire	Petit doigt
Pour le fléchisseur superficiel	57	60	57	56
» profond	59	63	61	54

Les premiers chiffres compris entre 64 et 75 mm. indiquent l'étirement maximum des tendons fléchisseurs tel qu'il se produit dans l'extension forcée des doigts et du poignet, ou inversément le raccourcissement que peuvent subir les mêmes tendons préalablement étirés.

Les seconds chiffres compris entre 54 et 63 mm. indiquent l'étirement (ou le raccourcissement) qui se produit dans les mouvements habituels.

L'étendue relativement considérable du glissement des tendons provient de ce que les fléchisseurs communs agissent sur plusieurs articulations à la fois. Les mouvements correspondant

à chacune de ces articulations s'additionnent les uns aux autres et augmentent d'autant le déplacement total.

Ces faits n'ont pas seulement un intérêt théorique. Ils expliquent pourquoi les adhérences qui succèdent à l'inflammation des synoviales gênent à un si haut degré les mouvements des doigts. Ils font mieux comprendre le rôle des contractures, les positions vicieuses qui en résultent. Ces mesures correspondent encore aux déplacements que l'on observe dans la pratique chirurgicale, lorsqu'on se propose de suturer un tendon fléchisseur coupé par accident. La main étant placée à plat sur sa face dorsale en vue de la recherche du bout supérieur, on trouve un écart des bouts sectionnés de 5 à 5 ½ cm. environ, un peu moins pour le fléchisseur superficiel, un peu plus pour le fléchisseur profond ; ce dernier est généralement difficile à retrouver.

Si, dans un cas de ce genre, la main était tenue renversée en flexion dorsale, les doigts en hyperextension, l'écartement des bouts sectionnés correspondrait exactement à nos mesures. Les chiffres des exp. 1-5 montrent, en effet, que l'extension du poignet de 0 à —80° augmente l'étirement des fléchisseurs de 10-19 mm.[1]

Considérons maintenant l'étirement des fléchisseurs *en rapport* avec la longueur des faisceaux charnus. J'ai indiqué (p. 326), la *longueur naturelle*[2] des divers faisceaux des fléchisseurs superficiel et profond chez le sujet C.

	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond
Faisceau de l'index. . . .	26 cm.	19 cm.
» du médius . . .	21	23
» de l'annulaire . .	19	18
» du petit doigt . .	21	18

La mesure de l'étirement des fléchisseurs correspondant à l'extension complète des doigts et du poignet, est pour le même sujet (moy. des exp. 62-64):

Index		Médius		Annulaire		Petit doigt	
sup.	prof.	sup.	prof.	sup.	prof.	sup.	prof.
70	73	72	73	69	71	65	73

[1] On suppose que le blessé est narcotisé et que les muscles ne se contractent pas au cours de l'opération.

[2] J'appelle *naturelle* (d'après le prof. Bugnion) la longueur du muscle vivant non contracté et non étiré. Voy. « Archives des Sc. phys. et nat. », Genève, XXXIV. Nov. 1898.

Il faut, pour rendre les résultats comparables entre eux, rapporter à un nombre constant (100) la longueur du ventre charnu ; on peut alors indiquer l'étirement en *pour cent* de la longueur des faisceaux.

J'obtiens ainsi pour le faisceau de l'index :

$$260 : 100 = 70 : x \quad \text{ou} \quad \frac{70 \times 100}{260} = 26{,}9$$

et en opérant de même pour les autres :

	Fléchisseur superficiel	Fléchisseur profond
Faisceau de l'index . . .	26,9 %	38,4 %
» du médius . .	34,3	31,7
» de l'annulaire .	36,3	39,4
» du petit doigt ,	30,9	40,5
Moyennes . .	32,1 %	37,5 %

On voit que l'étirement correspond à peu près au tiers (33,3 %) de la longueur des faisceaux. Cela veut dire, en renversant l'expérience, que les fléchisseurs devraient se raccourcir d'un tiers de leur longueur pour effectuer la flexion complète des doigts et du poignet.

Un raccourcissement aussi considérable ne se produit que dans des circonstances exceptionnelles. Il suffit pour les mouvements habituels d'une contraction correspondant à $^1/_4$ ou $^1/_5$ de la longueur du corps charnu. Toutefois, le raccourcissement maximum indiqué ci-dessus peut se produire dans certaines conditions chez des sujets exercés, violonistes, etc. et les gaines tendineuses sont disposées de façon à permettre le glissement correspondant (65 à 73 mm. suivant les faisceaux).

Remarquons enfin que les fléchisseurs agissant comme antagonistes ne gênent pas les mouvements d'extension. En effet, ces muscles étant plus longs que les extenseurs peuvent s'étirer dans une plus forte proportion que ces derniers et leurs tendons glissent si librement dans leurs gaines qu'ils n'opposent aucune résistance à l'extension. Les mouvements d'extension des doigts et du poignet sont donc limités par les ligaments et par la disposition des surfaces articulaires plutôt que par la tension des fléchisseurs. Nous verrons tout à l'heure qu'il en est autrement dans la flexion, puisque là, au contraire, ce sont les extenseurs

qui interviennent pour limiter le mouvement. Toutefois les fléchisseurs agissent constamment comme antagonistes :

1° Pour modérer les mouvements d'extension, afin que ces derniers s'effectuent avec plus de régularité ;

2° Pour empêcher l'extension des doigts (ou d'une phalange isolée), si nous voulons agir sur le poignet seulement au moyen de l'extenseur.

L'action des fléchisseurs combinée avec celle des interosseux et des lombricaux contribue dans une large mesure à la précision des mouvements d'extension.

Action de l'extenseur commun.

Un premier fait qui se dégage des mesures indiquées est que, pour une même amplitude des mouvements, le glissement des tendons fléchisseurs est plus étendu que celui des extenseurs. Examinons d'abord les chiffres relatifs aux mouvements des doigts.

Le tableau suivant donne le raccourcissement des fléchisseurs correspondant à la flexion des phalanges de l'index, en même temps que l'étirement des extenseurs, chez le sujet D. (Exp. 86-88).

	Fléch. sup.	Fléch. prof.	Ext. com.	Ext. pr.
Flexion de la 3e phalange .	0	6,4	3,8	3,5
» » 2e » .	14,3	14	7	7,1
» » 1re » .	19,9	18,8	12,2	12
	34,2	**39,2**	**23**	**22,6**

On voit que pour l'ensemble des mouvements des phalanges, le raccourcissement des fléchisseurs dépasse d'un bon tiers l'étirement des extenseurs. Un peu moins sensible, lorsqu'on mesure isolément l'étirement correspondant à la flexion de la première phalange, la différence en question s'accentue au contraire si l'on considère à part les mouvements de la seconde et de la troisième. Ici le déplacement des fléchisseurs équivaut assez exactement au double de celui des extenseurs.

Les mesures prises sur les autres doigts donnent lieu à des déductions analogues.

Ces résultats concordent avec ceux qui ont été publiés par le Dr Em. Weber (VI, p. 9) : « Sehr auffällig ist auch das Missverhältniss zwischen der Stärke der Flexoren und Extensoren. Es verkürzen sich die Extensoren der Finger bei gleichem Bewegungsumfange ungefähr um ein Drittheil weniger als die

flexores sublimes, dazu kommt dann noch der Antagonismus der *flexores profundi*, so dass das Uebergewicht der Beugemuskeln ein sehr bedeutendes wird. »

Je reviendrai tout à l'heure sur la cause de ces différences et essaierai d'en donner l'explication.

Voyons maintenant quel est le rôle de l'extenseur commun, d'abord comme extenseur des doigts et du poignet, ensuite comme antagoniste des fléchisseurs.

Si l'on cherche à se rendre compte de l'action de l'extenseur commun en tirant sur ses tendons préalablement sectionnés, on constate que ce muscle agit essentiellement sur la première phalange et sur le poignet, tandis que son action sur les deuxième et troisième phalanges est relativement très faible.

Une traction quelconque exercée sur l'un des quatre tendons, étend d'abord la première phalange (si celle-ci était fléchie); une traction plus forte la redresse complètement; on voit ensuite le poignet se porter en flexion dorsale et c'est plus tard seulement, si l'on tire vigoureusement sur le tendon, que la deuxième et la troisième phalanges s'étendent à leur tour.

Le doigt se redresse à peu près entièrement quand les tissus sont bien frais, mais l'extension des deux dernières phalanges s'effectue avec peu d'énergie, tandis que la première phalange et la main elle-même se redressent aussi complètement que possible.

Ces faits ont déjà été démontrés par Duchenne (I, p. 779) au moyen de l'électrisation localisée appliquée sur le vivant. Cet habile physiologiste a prouvé que la faradisation de l'extenseur commun étend fortement la première phalange, mais que ce muscle a peu d'action sur les deux dernières et que nous serions incapables de redresser entièrement les doigts, sans le secours des interosseux et des lombricaux. La main en griffe que l'on observe dans la paralysie des interosseux résulte précisément de l'impuissance de l'extenseur à redresser complètement les doigts et à contrebalancer à lui seul l'action prédominante des fléchisseurs.

Les expériences pratiquées au moyen de la méthode d'E. Fick, confirment les résultats de Duchenne. Des cordons ayant été fixés aux tendons de l'extenseur, les doigts étant en extension la main en flexion dorsale, on constate (Exp. 8 et 9) que la flexion de la troisième phalange n'exerce aucune traction sur l'extenseur et que la flexion de la deuxième produit un étirement

de 1 à 4 mm. au plus, tandis que la flexion de la première phalange produit un étirement de 10 à 17 mm. et la flexion du poignet de — 80 à 90°, un étirement de 32 à 43.

L'étirement total résultant de la flexion des doigts et du poignet = 45 à 58 suivant les faisceaux.

Le fait que la flexion de la troisième phalange n'occasionne aucun étirement s'explique en partie par la brièveté du bras de levier de ce petit ginglyme. Il en est de même pour la deuxième phalange dont la flexion ne produit encore qu'une traction insignifiante sur le tendon de l'extenseur. Les phalanges étant aplaties, le tendon agit à peu près dans le plan de l'axe de flexion et ne peut avoir qu'une action très faible. Il en est tout autrement pour l'articulation métacarpo-phalangienne. Ici la tête du métacarpien se renfle fortement et soulève le tendon qui acquiert ainsi une direction beaucoup plus favorable.

Toutefois l'action spéciale de l'extenseur commun s'explique mieux encore par la disposition de son tendon aux points d'insertion. Le tendon se soude en effet assez intimement avec la face dorsale de la première phalange au moment où il s'étale pour former le surtout ligamenteux ; ayant dès lors perdu sa liberté il est clair que ses prolongements ne peuvent guère avoir d'action sur la deuxième et la troisième.

En revanche les bords du surtout ligamenteux qui reçoivent les insertions des interosseux et des lombricaux ne se soudent pas à la face dorsale de la première phalange ; ils conservent leur indépendance; or comme ce sont surtout ces fibres latérales qui se prolongent vers le bout du doigt, en longeant la face dorsale des dernières phalanges, on comprend pourquoi ces petits muscles jouent un rôle prépondérant dans l'extension de celles-ci.

On voit d'après ce qui précède qu'il n'est pas exact de dire avec quelques-uns de nos manuels : « L'extenseur commun étend successivement la troisième phalange sur la deuxième, la deuxième sur la première, celle-ci sur le métacarpe, la main sur l'avant-bras et l'avant-bras sur le bras ».

Le muscle qui nous occupe étend la première phalange et redresse le poignet en flexion dorsale, mais il n'a sur les deux dernières qu'une action très faible et est incapable de les étendre entièrement sans le concours des interosseux et des lombricaux [1].

[1] Sur le cadavre on parvient à redresser entièrement les doigs en tirant fortement sur les tendons de l'extenseur, mais une action aussi énergique ne semble guère se produire chez le vivant.

En tous cas le mouvement ne commence pas par l'extension des phalanges terminales.

Pour ce qui concerne l'action de l'extenseur sur l'articulation du coude, la dernière partie du passage cité est également fautive. Ce muscle, s'insérant au niveau de l'axe de flexion à l'épicondyle, en dessous de cet axe à l'aponévrose et aux cloisons intermusculaires, ne peut avoir sur l'extension de l'avant-bras qu'une action insignifiante.

L'extenseur commun agit encore comme antagoniste des fléchisseurs; il modère constamment l'action de ces derniers.

Semblable à un ruban élastique tendu sur la face dorsale des doigts et de la main, il s'oppose au relâchement des articulations et maintient à chaque instant les phalanges et le poignet dans la position précise qui correspond au degré de contraction des fléchisseurs. L'extenseur commun concourt donc d'une manière efficace à la précision des mouvements; il intervient en outre pour retenir les doigts en extension, lorsque nous voulons agir sur le poignet seulement au moyen des fléchisseurs communs. Enfin il limite la flexion, car c'est bien la résistance qu'il oppose qui nous empêche de fléchir entièrement le poignet, lorsque les doigts sont pliés en crochet.

Les chiffres de mes tableaux montrent dans quelle proportion les 4 faisceaux de l'extenseur s'étirent au cours du mouvement de flexion.

Pour la troisième phalange l'étirement de l'extenseur $= 0$ dans les expériences pratiquées sur les sujets A, B, C et 1,9 à 3,8 mm. dans les expériences pratiquées sur le sujet D. Son action étant nulle ou à peu près, ce sont les interosseux et les lombricaux qui agissent vraisemblablement comme principaux antagonistes du mouvement de flexion. Pour la seconde phalange, l'étirement est très faible, 3 à 4 mm. en moyenne. Ce sont encore les interosseux et les lombricaux qui agissent comme principaux antagonistes. En revanche, chez le sujet A (Exp. 8 et 9) l'étirement atteint 10 à 16,5 mm. en moyenne pour la flexion de la première phalange, 17,5 à 20 mm. pour la flexion du poignet de -80 à $0°$, 9,5 à 13,5 mm. pour la flexion de 0 à $20°$ et 5,5 à 8 mm. pour la flexion de 20 à $90°$. On voit en faisant l'addition que les faisceaux de l'index et du médius devraient s'étirer de 58 mm., le faisceau de l'annulaire de 56,5 mm. et enfin le faisceau du petit doigt de 45 mm., pour permettre la flexion complète.

Si au lieu du sujet A nous prenons le sujet D (Exp. 86 à 89),

chez lequel chaque mouvement de 20° a fait l'objet d'une mesure particulière, nous trouvons l'étirement de l'extenseur (faisceau de l'index) indiqué par les chiffres suivants :

Flex. de la 1re phalange	12.2
» 2e »	7
» 3e »	3.8
» du poignet de — 90 à 0 . .	20.1
» » de 0 à 20° . . .	5.7
» » de 20 à 90° . . .	21.2
	70

En additionnant ces nombres et en faisant de même pour les autres doigts, on trouve que le faisceau de l'index devrait s'étirer de 70 mm., le faisceau du médius de 70,4 et le faisceau du petit doigt de 54,1, pour permettre la flexion complète des doigts et du poignet.

Un étirement aussi considérable ne se produit guère en réalité; je n'ai obtenu les chiffres indiqués dans mes expériences que parce que l'extenseur préalablement coupé n'opposait plus de résistance au mouvement de flexion. Si l'on veut rester dans les limites naturelles, il faut, après avoir complètement replié les phalanges, arrêter la flexion du poignet à 20° ou 25° et mesurer à ce moment l'étirement subi par l'extenseur. Cette mesure se déduit facilement de nos tableaux; il suffit de retrancher du résultat total les chiffres indiquant l'étirement de l'extenseur dans la flexion du poignet de 20° à 90°.

Ce sont : pour l'index . . .	21,2	à déduire de	70	= 48,8
» le médius . .	20,7	»	70,4	= 49,7
» le petit doigt .	17,1	»	54,1	= 37

On voit que la flexion des doigts et la flexion incomplète du poignet (la seule qui puisse être exécutée par le vivant quand les doigts sont repliés), correspondent à un étirement des faisceaux de l'extenseur compris entre 49,7 et 37 mm.

L'étirement correspondant à la flexion forcée (de 20 à 90°) étant de 21,2 mm. pour l'index, de 20,7 mm. pour le médius et de 17,1 mm. pour le petit doigt, c'est précisément de ces quantités que l'extenseur devrait se laisser étirer (sans douleur) pour n'opposer aucune résistance au mouvement de flexion. Au reste, l'angle de 20° à 25° que j'ai indiqué comme marquant la limite de la flexion du poignet (les doigts repliés) est un chiffre moyen

sujet à de nombreuses variations individuelles. Pour certaines personnes il est déjà très fort. Les artisans aux mains calleuses, aux jointures massives, ne peuvent, le plus souvent, pas même replier complètement les phalanges les unes en dessous des autres. Des sujets exercés, des personnes douées d'articulations déliées, peuvent, en revanche, non seulement plier entièrement les doigts, mais fléchir en même temps le poignet jusqu'à 80 ou 90°.

Cela prouve que l'extensibilité de l'extenseur peut être augmentée par l'exercice et c'est bien ce qu'on devait attendre puisque, déjà dans les circonstances ordinaires, il suffirait d'un étirement supplémentaire de 17 à 21 mm. pour permettre la flexion complète.

Action de l'extenseur propre de l'index.

Les chiffres indiquant l'étirement de ce muscle sont à peu près identiques à ceux qui se rapportent à l'extenseur commun (faisceau de l'index). J'en conclus que l'extenseur propre se comporte de même. D'après Duchenne (III, p. 278), l'extenseur propre a cependant une action spéciale; il est faiblement adducteur (tire l'index du côté du médius) tandis que l'extenseur commun incline le même doigt du côté du pouce.

Action des muscles spéciaux du poignet.

Les articulations radio-carpienne et médio-carpienne agissant toujours ensemble et étant très rapprochées l'une de l'autre, nous pouvons les considérer au point de vue de l'action des muscles comme une articulation unique offrant deux genres de mouvements : 1° le mouvement de flexion et d'extension; 2° le mouvement de latéralité (adduction et abduction).

§ 1. Mouvements de flexion et d'extension.

Les tableaux suivants indiquent l'étirement des *fléchisseurs* correspondant à l'extension du poignet ou le raccourcissement correspondant à la flexion. On part de la flexion palmaire forcée (90°) :

Sujet A (Exp. 1-5, 16-21).

	Flèch. sup.	Fléch. prof. (f. de l'index)	Grand palmaire	Cubital antér.
Ext. de 90 à 0° .	25,4	25	24,3	26
» 0 à —80°)	19,2	16,2	14,3	12,3
Amplit. tot. (170°)	**44,6**	**41,2**	**38,6**	**38,3**

Sujet B (Exp. 31-35, 47-52).

	Fléch. sup. (f. de l'index)	Fléch. prof.	Grand palmaire	Cubital antér.
Ext. de 90 à 0° .	22,8	21,6	22,6	25,3
» 0 à —80°.	21,4	20	13,6	15,3
Amplit. tot. (170°)	**44,2**	**41,6**	**36,2**	**40,6**

Sujet C (Exp. 62-64, 71-76).

Ext. de 90 à 0° .	24⅔	20⅔	25	26,4
» 0 à —80°.	20⅓	18⅓	13	13
Amplit. tot. (170°)	**45**	**39**	**38**	**39,4**

Sujet D (Exp. 89-90).

Flex. de —90 à 0°	19,6	19,8	16,1	14,9
» 0 à 90° .	26,2	26,3	24,3	22,8
Amplit. tot. (180°)	**45,8**	**46,1**	**40,4**	**37,7**
Moy. des 4 séries :	45	42	38	39

Les tableaux suivants indiquent l'étirement des *extenseurs* correspondant à la flexion du poignet ou le raccourcissement correspondant à l'extension.

On part de l'extension forcée (—80 ou —90°) :

Sujet A (Exp. 8-9, 12-13, 22-30).

	Ext com. (f. de l'index).	Ext. pr.	1er rad.	2d rad.	Cub. post.
Flex. de —80 à 0°	20	20,5	13	14⅓	14⅔
» 0 à 90° .	18	17	21	29⅓	8
Amplit. tot. (170°)	**38**	**37,5**	**34**	**43⅔**	**22⅔**

Sujet B (Exp. 38-40, 43-44, 53-61).

Flex. de —80 à 0°	19⅔	19,5	13⅓	14⅓	9⅔
» 0 à 90° .	18	14	21	27⅔	11⅓
Amplit. tot. (170°)	**37⅔**	**33,5**	**34⅓**	**42**	**21**

Sujet C (Exp. 67-70, 77-85).

Flex. de —80 à 0°	20	18,5	13⅓	14⅓	9
» 0 à 90° .	18,5	14,5	22	26⅔	13⅓
Amplit. tot. (170°)	**38,5**	**33**	**35⅓**	**41**	**22⅓**

Sujet D (Exp. 89-90).

Flex. de —90 à 0°	25,8	25,8	16,5	16,8	8,8
» 0 à 90° .	21,2	21,3	16,3	16,9	10,6
Amplit. tot. (180°)	**47**	**47,1**	**32,8**	**33,7**	**19,4**
Moy. des 4 séries :	40,3	37,8	34,1	40,1	21,3

Il ressort de ces tableaux que l'étirement des extenseurs correspondant à l'excursion complète du poignet est à peu près équivalent à celui des fléchisseurs. Les fléchisseurs se raccourcissent de 38 à 45 mm. pour effectuer la flexion complète, les extenseurs de 34 à 40 mm. pour effectuer l'extension. Le cubital postérieur plus spécialement destiné à exécuter le mouvement d'adduction, fait seul exception avec son étirement de 21 mm.

On voit, de plus, que les muscles du poignet se placent dans l'ordre suivant au point de vue de leur action, les premiers étant insérés d'une manière plus favorable :

Fléchisseurs :	Racc. total	*Extenseurs :*	Racc. total
Fléch. com. sup. .	45 mm.	Extenseur commun.	40 mm.
Fléch. com. prof. .	42	Second radial. . .	40
Cubital antérieur .	39	Ext. propre . . .	38
Grand palmaire . .	38	Premier radial . .	34
		Cubital postérieur .	21

Ces chiffres sont indépendants du volume ou de la force absolue des muscles. Pour se faire une idée complète de la puissance comparée de ces organes, il faudrait tenir compte à la fois du volume du ventre charnu et du raccourcissement correspondant au mode d'insertion. Nous verrons plus loin que le raccourcissement correspond à la longueur du bras de levier dans les différentes positions.

§ 2 Mouvements de latéralité.

L'inclinaison radiale (abduction), est beaucoup moins étendue que l'inclinaison cubitale (adduction). Partant de 0°, position dans laquelle le médius se trouve dans le prolongement de l'axe de l'avant-bras, je compte 15° pour l'abduction et 30 à 35° pour l'adduction (total 45 à 50°).

Il faut remarquer toutefois que l'amplitude des mouvements de latéralité diminue dans les positions extrêmes (flexion dorsale et flexion palmaire forcées). Ce fait, bien étudié par Henke

(II, p. 160), s'explique par la combinaison des mouvements dans les deux articulations du poignet. Ainsi, l'inclinaison radiale résultant d'une flexion de l'articulation radio-carpienne combinée avec une extension de l'articulation médio-carpienne, et inversément l'inclinaison cubitale résultant d'une extension de l'articulation radio-carpienne combinée avec une flexion de l'articulation médio-carpienne, il est clair que l'amplitude de l'inclinaison doit diminuer lorsque les deux articulations agissent dans le même sens, c'est-à-dire lorsqu'elles se fléchissent ou lorsqu'elles s'étendent toutes deux à la fois. Au surplus, l'inclinaison cubitale résultant plus spécialement de la flexion de la deuxième rangée, on voit l'amplitude de ce mouvement diminuer beaucoup plus si la main se porte en flexion dorsale (extension des deux rangées), que si elle se porte en flexion palmaire (flexion des deux rangées). L'inclinaison radiale, déjà peu étendue lorsque la main est à 0°, devient à peu près nulle dans les deux positions extrêmes.

Pour ce qui est des muscles, nous ne pouvons plus opposer comme ci-dessus les fléchisseurs aux extenseurs. Combinant leur action d'une manière nouvelle, les fléchisseurs agissent synergiquement avec les extenseurs situés du même côté. Les muscles qui s'associent de telle façon sont :

1° Pour effectuer l'inclinaison cubitale, le cubital antérieur avec le cubital postérieur ;

2° Pour exécuter l'inclinaison radiale, les deux radiaux, avec les muscles longs du pouce et le grand palmaire.

Le grand palmaire, faiblement abducteur, sert principalement à neutraliser le mouvement d'extension résultant de la contraction des deux radiaux.

Les mesures relatives aux mouvements de latéralité ont été prises sur le sujet E.

La main est placée à plat. J'appelle position 0° celle dans laquelle le troisième métacarpien se trouve en droite ligne dans le prolongement de l'axe de l'avant-bras.

Muscles de l'inclinaison cubitale.

Cubital antérieur. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison cubitale à la position 0°	14 mm.
De la position 0° à l'inclinaison radiale.	0 »
Total. .	14 mm.

Le même muscle s'étire de 26 mm. lorsqu'on passe de la

flexion palmaire à la flexion dorsale (de 12 mm., si l'on exécute en même temps l'inclinaison cubitale). Le cubital antérieur est donc adducteur et énergique fléchisseur du carpe.

NB. Son action adductrice est niée par Duchenne.

Cubital postérieur. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison cubitale à la position 0°	12 mm.
De 0° à l'inclinaison radiale	8 »
Total. .	20 mm.

Le même muscle s'étire de 13 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire (5 mm. seulement, si l'on exécute en même temps l'inclinaison cubitale.) Le cubital postérieur est donc un adducteur plus énergique que le cubital antérieur, mais un faible extenseur (incapable à lui seul de relever la main au-dessus de la position horizontale).

Muscles de l'inclinaison radiale.

Premier radial. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°.	13 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale	23 »
Total. .	36 mm.

Le même muscle s'étire de 18 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire (de 22 mm. si l'on ajoute l'inclinaison cubitale à la flexion).

Le premier radial est donc extenseur et surtout abducteur énergique. Son insertion sur le sujet E se trouvait à environ 28 mm. en dehors du centre approximatif autour duquel s'exécutent les mouvements de latéralité.

Second radial. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°.	9 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale	5 »
Total. .	14 mm.

Le même muscle s'étire de 25 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire (de 29 mm. si l'on ajoute l'inclinaison cubitale à la flexion). Il est donc extenseur énergique et faiblement abducteur. L'action abductrice du second radial s'explique cependant, car il est inséré (sujet E) à 18 mm. en dehors du centre autour duquel s'exécutent les mouvements de latéralité.

NB. D'après Duchenne, le second radial n'est pas abducteur; son action se bornerait à l'extension directe du poignet.

Grand palmaire. Etirement obtenu en passant :

De l'inclinaison radiale a la position 0°	2 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale	1 »
Total. .	3 mm.

Le même muscle s'étire de 27 mm. en passant de la flexion palmaire à la flexion dorsale.

Fléchisseur énergique, le grand palmaire est à peine abducteur du poignet. Il agit cependant dans l'inclinaison radiale en contrebalaçant, comme *fléchisseur*, les muscles abducteurs qui (à l'exception du long abducteur du pouce) sont tous extenseurs du poignet.

Long abducteur du pouce. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°	9 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale	12 »
Total. .	21 mm.

Le long abducteur est donc (outre son action sur le premier métacarpien) un abducteur du poignet assez énergique. Le même muscle se raccourcit de 7 mm. pour exécuter l'écartement maximum du premier métacarpien, et s'étire, en revanche, de 5 mm. lorsqu'on passe de la flexion palmaire à la flexion dorsale du poignet. Ce dernier résultat, concordant avec les expériences de Duchenne, prouve que le long abducteur est (outre son action abductrice), faiblement fléchisseur du carpe.

Long extenseur du pouce. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°	5 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale	9 »
Total. .	14 mm.

Le même muscle s'étire de 25 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire et de 29 mm. si l'on ajoute à la flexion l'inclinaison cubitale de la main. Essentiellement destiné à l'extension du pouce, le long extenseur est en outre extenseur et abducteur du poignet.

Extenseur propre de l'index. Etirement observé en passant :

De l'inclinaison radiale à la position 0°	3 mm.
De 0° à l'inclinaison cubitale	4 »
Total. .	7 mm.

Le même muscle s'étire de 28 mm. lorsqu'on passe de la flexion dorsale à la flexion palmaire, de 30 mm. si l'on ajoute l'inclinaison cubitale à la flexion de la main.

L'extenseur propre est donc, outre son action sur l'index, extenseur et faiblement abducteur du poignet. Duchenne dit que ce muscle est en outre adducteur de l'index (qu'il le rapproche du médius). Je n'ai pas pu, au moyen du procédé de Fick, constater d'étirement correspondant à cette action.

En résumé, les muscles de l'inclinaison latérale doivent se ranger dans l'ordre suivant, par rapport à leur action, les premiers étant insérés plus favorablement (disposant d'un bras de levier plus long).

	Racc. total.		
Adducteurs.		Long abducteur . .	21 »
Cubital postérieur .	20 mm.	Second radial . . .	14 »
Cubital antérieur .	14 »	Long extenseur . .	14 »
Abducteurs.		Extenseur propre. .	7 »
Premier radial . .	36 mm.	Grand palmaire . .	3 »

Etude des surfaces articulaires en rapport avec l'étirement et le raccourcissement des muscles.

Il ressort des expériences faites au moyen de l'appareil de Fick que le déplacement des tendons fléchisseurs est constamment plus étendu que celui des tendons extenseurs.

Ce fait se vérifie soit dans les mouvements des articulations interphalangiennes, soit dans les mouvements des articulations métacarpo-phalangiennes. Dans les mouvements du carpe, au contraire, l'étirement des extenseurs est à peu près le même que celui des fléchisseurs.

Il faut, pour expliquer ces différences, examiner de plus près les surfaces articulaires et déterminer exactement la position de leurs axes.

On voit, en se livrant à cette étude, que les différences observées proviennent de la disposition des muscles relativement aux axes de rotation ; elles résultent pour chaque phase du mouvement de la longueur du bras de levier correspondant au muscle que l'on considère.

Prenons d'abord deux cas imaginaires :

1° Voici une articulation à surface sphérique (Fig. 1) avec un axe unique *c* et deux muscles E et F insérés sur l'os mobile en *a* et *b* à égale distance de *c*, à proximité immédiate de la surface articulaire. Il est clair que pour chaque déplacement de l'os mobile, le raccourcissement de l'un des muscles équivaut à l'éti-

rement de l'autre, et inversément. Ainsi, si l'on effectue un mouvement de flexion de 60°, le muscle E s'étire de la longueur *a a'* et le muscle F se raccourcit de la longueur *b b'*, égale elle-même à *a a'*.

2° Dans le 2e cas (Fig. 2) où le muscle F est inséré sur une apophyse *b* plus éloignée de l'axe *c*, on voit que l'étirement de E ne correspond plus au raccourcissement de F et inversément. Le muscle F, qui se trouve du côté où s'effectue le mouvement, se raccourcit davantage que l'autre E ne s'étire ; la différence serait encore plus marquée, si le tendon de E n'était forcé de se réfléchir sur le bord de l'os.

Pour une flexion de 60°, avec les dimensions de notre figure, le raccourcissement de F = 14 mm., l'étirement de E, qui serait de 3 mm. en ligne directe, est en réalité de 10 mm. à cause de la réflexion de la ligne de traction. Différence : 4 mm. en faveur de F. On voit de plus que le bras de levier de E demeure invariable, tandis que celui de F, long de 11 mm. au début du mouvement, grandit au cours de la flexion et mesure 15 mm. au moment où l'angle de flexion = 60°.

Ces différences seraient encore plus accentuées si le muscle F était inséré sur une apophyse plus élevée et plus éloignée de l'axe.

Examinons maintenant une articulation métacarpo-phalangienne véritable.

Voici (Fig. 3) la coupe de l'index de notre sujet D dessinée de grandeur naturelle avec le métacarpien correspondant.

La tête du métacarpien offre une surface articulaire à peu près sphérique dans le sens antéro-postérieur, un peu plus fortement courbée cependant du côté palmaire. Cette surface comprend un segment de 180° avec un rayon de courbure de 8 ½ millimètres environ. Partant de la position 0, c'est-à-dire de la position dans laquelle l'axe de la phalange se trouve dans le prolongement de l'axe du métacarpien, on compte 120° du côté palmaire et —60° du côté dorsal (total 180°).

La surface concave de la phalange répond assez exactement à la surface convexe du métacarpien et comprend un arc de 30° du côté dorsal et 30° du côté palmaire (total 60°).

La surface convexe déborde donc la surface concave de 30° du côté dorsal, ce qui correspond à une flexion dorsale de même amplitude jusqu'à ce que les bords des cartilages arrivent au contact ; toutefois, la flexion dorsale de —30° étant déjà un

mouvement forcé, chez la plupart des individus, à cause de la résistance des ligaments et des muscles fléchisseurs, j'ai fait mes expériences à partir de — 20° (les degrés comptés du côté dorsal sont désignés par le signe —).

Du côté palmaire, la surface convexe déborde la surface concave de 90°, ce qui permet une flexion palmaire de même étendue; le dernier segment de 20° environ n'est plus revêtu de cartilage, de sorte que dans la flexion extrême la surface cartilagineuse de la phalange déborde celle du métacarpien. La flexion au delà de 90° est rendue impossible par la tension des ligaments latéraux, par la résistance des extenseurs et sans doute aussi par le fait du ligament glénoïdien qui serait comprimé au-dessous du métacarpien si le mouvement était poussé plus loin [1]. J'admets donc pour le mouvement de flexion et d'extension dans l'articulation métacarpo-phalangienne une amplitude totale de 110°.

Etudions comment se comportent les muscles aux diverses phases du mouvement et voyons si l'on peut tirer de cette étude quelques déductions relatives à l'étirement et au raccourcissement de leurs tendons.

Un arc de cercle de 110° étant tracé sur la figure 3, un calque de la phalange ayant été dessiné sur un morceau de papier transparent, on peut représenter très exactement le mouvement de flexion et d'extension en plaçant le calque sur la figure principale et en le faisant tourner autour d'une épingle fixée sur le point *c*. L'épingle répond à l'axe de rotation. Le tendon de l'extenseur est attaché au point *a* (il adhère à la face dorsale de la phalange par l'intermédiaire du surtout ligamenteux), tandis que le tendon du fléchisseur est supposé agir sur le point *b*. Les lettres *r r'* représentent les points de réflexion.

Les deux points *a* et *b* étant également figurés sur le calque, il est facile de mesurer de quelle façon ces points se déplacent relativement à un repère quelconque E pour l'extenseur, F pour le fléchisseur.

Ainsi, faisant tourner le calque dans le sens de la flexion, on constate une augmentation de la distance E*ra* correspon-

[1] Pour ce qui est de l'épaisseur des cartilages articulaires, j'ai observé sur mes coupes que le revêtement cartilagineux du métacarpien, assez mince du côté dorsal ($^1/_2$ mm.), augmente du côté palmaire et atteint au 40 ou 45° un millimètre d'épaisseur. Du côté de la phalange, le cartilage offre une épaisseur assez uniforme de 0,8 mm. environ.

dant à l'étirement de l'extenseur et une diminution de la distance F $r'b$ correspondant au raccourcissement du fléchisseur.

Des mesures exactes prises au moyen du compas sur la fig. 3, en tenant compte des points de réflexion, ont donné les chiffres suivants :

Flexion de la 1re phalange.	Etirement de l'extenseur.	Raccourcissement du fléchisseur.
— 20 à 0°	2 ½	4
0 à 20	3 ½	4
20 à 40	3	4
40 à 60	2	4
60 à 80	2	3 ½
80 à 90	1	1 ½
	14 mm.	21 mm.

On voit que le raccourcissement total du fléchisseur est d'un tiers plus fort que l'étirement de l'extenseur.

L'articulation de la deuxième phalange est un ginglyme ; la gorge directrice se trouve du côté de la première phalange et la crête correspondante du côté de la deuxième; notre coupe (Fig. 3) passe par la gorge de la poulie. La surface articulaire de la première phalange est régulièrement arrondie, un peu plus courbée toutefois du côté palmaire que du côté dorsal. Elle comprend un arc de 170° avec un rayon de courbure de 4 ½ mm.

On compte 30° du côté dorsal et 140° du côté palmaire. La surface concave de la deuxième phalange comprend un arc de 30° du côté dorsal et 25° du côté palmaire ; total 55°. La surface convexe déborde la surface concave de 110° du côté palmaire, ce qui permet une flexion palmaire de même amplitude, plus étendue que dans l'articulation métacarpo-phalangienne. Le dernier segment de 35° environ n'est plus revêtu de cartilage ; la surface cartilagineuse de la deuxième phalange déborde donc celle de la première phalange vers la fin du mouvement. Il y a en dessous de la tête articulaire de la première phalange une excavation destinée à recevoir le bord de la deuxième phalange dans la flexion forcée. Il n'y a pas de flexion dorsale. Au lieu de 110, j'ai compté la flexion de la deuxième phalange jusqu'à 90° seulement[1].

[1] Le revêtement cartilagineux de la première phalange, très mince du côté dorsal (0,4 mm), augmente du côté palmaire ; il atteint au 40e ou 45e degré 0,8 mm d'épaisseur. Du côté de la deuxième phalange, le cartilage présente une épaisseur de 0,5 mm environ.

Procédant comme ci-dessus, après avoir tracé un second arc sur la fig. 3, j'ai fait tourner un calque de la deuxième phalange autour d'une épingle fixée sur le centre *c'*. Le tendon de l'extenseur était supposé attaché au point *e* et celui du fléchisseur au point *f*. Les mesures prises au moyen du compas ont donné les chiffres suivants [2] :

Flexion de la 2e phalange	Etirement de l'extenseur.	Raccourcissement du fléchisseur.
0 à 20°	1 ½	2
20 » 40	1 ½	3 ½
40 » 60	2	3
60 » 80	1	3
80 » 90	1	1 ½
	6 ½ mm.	13 mm.

On voit que le raccourcissement du fléchisseur est justement le double de l'étirement de l'extenseur. On remarque de plus que les chiffres s'accordent assez bien avec ceux que j'ai obtenus (Exp. 86-88) au moyen du procédé d'E. Fick, sans toutefois offrir une concordance parfaite. Les divergences proviennent sans doute de ce que les points de réflexion variant au cours du mouvement, il est impossible de les représenter sur le papier d'une manière exacte.

Quant à l'utilité de ces dispositions, on peut admettre, semble-t-il, que la prédominance des fléchisseurs (prédominance qui se manifeste à la fois dans le volume du corps charnu et dans le mode d'insertion) est en rapport avec les usages de la main comme organe de préhension et de suspension. Il est évident en effet que lorsque nous portons un objet pesant suspendu à la main au moyen des doigts repliés en crochet, ce sont les fléchisseurs qui effectuent le plus grand effort. De même lorsque nous nous suspendons nous-mêmes au moyen des mains. On peut dire, relativement aux mouvements des doigts, que les fléchisseurs sont mis plus souvent et plus fortement à contribution que les extenseurs, tandis que pour les mouvements du poignet, les deux ordres de muscles agissent d'une manière à peu près égale.

[2] L'articulation de la troisième phalange étant très semblable à celle de la deuxième, je n'ai pas jugé nécessaire de répéter l'expérience à ce niveau.

II. DE LA RÉTRACTION DES MUSCLES APRÈS LA SECTION DE LEUR TENDON.

On sait que les muscles se rétractent après la ténotomie pratiquée sur le vivant; il se produit un écartement plus ou moins considérable entre les deux bouts du tendon sectionné. La rétraction est due d'une part à ce que les muscles sont déjà étirés au delà de leur longueur naturelle entre leurs points d'insertion, au moins dans certaines positions des os, et se rétractent en vertu de leur élasticité, d'autre part à ce qu'ils continuent à se contracter après la section de leur tendon. Dans ce dernier cas, le raccourcissement est d'autant plus considérable que le muscle n'est plus retenu par rien. Mais quelle est la mesure de cette rétraction? Combien de temps le muscle continue-t-il à se rétracter après la ténotomie? Comment se comporte le muscle laissé à lui-même?

Les livres ne donnent à cet égard que des indications assez vagues. Voici cependant un certain nombre de renseignements capables de jeter quelque clarté sur ces questions.

Billroth (XI, p. 579), parlant de la ténotomie du tendon d'Achille dans le traitement du pied bot, dit que les deux bouts du tendon sectionné s'écartent ensuite de la contraction du muscle, mais que le tissu cellulaire s'interpose dans l'intervalle (à cause de la pression de l'air) et que ce tissu ne tardant pas à s'infiltrer, il en résulte la formation d'un bourrelet à la place de la dépression que l'on observe de suite après la section.

Le tendon se régénère dans l'espace de quatorze jours environ, aux dépens du tissu cellulaire interposé. On évite le raccourcissement à l'aide de manipulations et d'appareils appropriés; autrement le tendon, bientôt ressoudé, reviendrait à sa longueur primitive.

Le prof. König (XII, p. 537) dit à propos de la section du tendon d'Achille chez l'adulte (occasionnée par un coup de faux,

par exemple), que la fonction du gastrocnémien peut être définitivement abolie, ensuite de la rétraction considérable que subit le bout central. Il faut, pour éviter un tel accident, rechercher dans la plaie les deux bouts du tendon sectionné et les réunir par une suture. L'auteur cite des opérations de ce genre exécutées avec succès par Pauly, Webster et Simons.

Le même auteur donne des détails intéressants sur la ténotomie des fléchisseurs des doigts pratiquée dans le but de redresser les phalanges atteintes de contracture. La rétraction du tendon est parfois si considérable que les deux bouts ne peuvent se ressouder; on obtient peut-être le redressement des doigts, mais le mouvement de flexion est définitivement aboli (l. c. p. 217).

Un écartement considérable, empêchant une bonne cicatrisation peut être observé également dans les ruptures sous-cutanées du tendon d'Achille, ruptures qui ont été observées à plusieurs reprises dans les jeux de cirque ou aussi chez des personnes âgées ensuite d'un effort.

Petit (VIII, p. 290 et 314) cite deux cas de ce genre: 1° Un bateleur sautant à pieds joints sur une table élevée de trois pieds et demi, se rompit les deux tendons d'Achille, sans se faire aucune plaie extérieure. Les bouts cassés étaient si éloignés l'un de l'autre, qu'on sentait sous la peau une distance à mettre trois doigts dans l'espace qu'ils laissaient entre eux. 2° Un homme de 45 ans se rompt le tendon d'Achille en descendant l'escalier. Malgré l'enflure, on sentait en touchant au travers de la peau une cavité située sur le tendon d'Achille de la largeur de ce tendon, un peu plus longue que large, profonde d'une ligne et éloignée du talon de 2 grands pouces.

On observe aussi un écartement du bout central dans les fractures de la rotule ensuite de la rétraction du triceps.

Gerdy (IX, p. 426) a vu un cas de fracture de la rotule guéri avec un écartement de trois ou quatre doigts.

M. König (XII, p. 549) dit à ce sujet: « Lorsque la fracture s'accompagne d'une déchirure étendue des ailerons de la rotule, le fragment supérieur est attiré en haut par le triceps et le fragment inférieur retenu en bas par le ligament rotulien; l'écartement est assez considérable (de 1 à 6 centimètres) pour être facilement reconnu à la palpation ».

Le Dr Moynac (XX, p. 246) écrit: « Les fractures transversales de la rotule ne se consolident que difficilement et par l'intermé-

diaire d'un cal fibreux. Celui-ci peut acquérir jusqu'à 12 centimètres de longueur. »

Le Dr Kummer (XV, p. 722) cite le cas d'un maçon qui se fit en tombant d'un échafaudage une fracture compliquée de la jambe avec déchirure du ligament propre de la rotule. Cette dernière était remontée de 4 pouces environ.

Le Dr Soutter (XVII, p. 56) cite un cas de fracture de la rotule survenu chez un homme de 60 ans. Le malade était à peu près guéri, lorsqu'une nouvelle chute amena un nouvel épanchement dans le genou avec rupture étendue des insertions des vastes interne et externe sur la rotule et une augmentation de l'écartement des fragments. Celui-ci atteignait 3 cm. dans l'extension et 9 dans la flexion du genou.

Le prof. J. Reverdin (XVIII, p. 402) présente un blessé atteint de fracture transversale de la rotule avec un écartement de 3 cm. entre les deux fragments. Il attribue l'étendue relativement faible de l'écartement à ce que le malade n'avait pas essayé de se relever.

Le même chirurgien (XVI, p. 233) eut à s'occuper d'un malade qui, essuyant son rasoir sur la main gauche se fit une profonde plaie à la face palmaire des doigts annulaire et auriculaire. Les tendons fléchisseurs avaient été complètement sectionnés. M. Reverdin fut obligé de faire une incision longitudinale s'étendant jusqu'au milieu de la paume de la main pour retrouver le bout central du fléchisseur superficiel du petit doigt ; le fléchisseur profond fut introuvable. Les extrémités tendineuses furent réunies par des sutures à distance, à cause de l'impossibilité où l'on se trouva de les amener au contact les unes des autres ; la distance qui les séparait était de 2 à 3 cm.

Le Dr O. Witzel (XIV, p. 2654) dit que l'écartement des bouts peut être très considérable (sehr beträchtlich), lorsque le tendon sectionné se trouve dans un long canal synovial ; il donne comme exemple les fléchisseurs des doigts.

Plus loin (p. 2673), le même auteur rapporte un cas de Czerny (rupture sous-cutanée du tendon long extenseur du pouce) dans lequel l'écartement des bouts tendineux, qui était de 6 ½ cm. quatre semaines après l'accident, put être, au cours de l'opération, réduit à 2 cm. seulement.

Le Dr Kölliker (XIII) cite le cas d'un malade qui s'était fait une profonde entaille à la main en tombant sur un hachoir. La plaie se dirigeait transversalement du bord cubital vers la base

du premier métacarpien. Après avoir arrêté l'hémorragie, il procéda à la suture des tendons, mais ne put trouver pour chaque doigt qu'un seul fléchisseur. L'auteur ne dit pas si c'était le tendon superficiel ou le tendon profond qui s'était retiré le plus.

Un cas analogue a été rapporté récemment par le Dr Krafft, de Lausanne (XIX, p. 626). Il s'agit d'une demoiselle de 25 ans qui s'était blessée à l'index gauche en sculptant du bois. Le petit ciseau dont elle se servait, lui échappant brusquement, avait perforé le doigt en avant de l'os et coupé net le tendon du fléchisseur profond un peu au-dessus de l'articulation de la troisième phalange. La plaie guérit rapidement, mais la flexion de la troisième phalange était devenue impossible. Appelé trois semaines après l'accident, M. Krafft se propose de suturer les deux bouts du tendon coupé. Il fait une incision longitudinale. Le bout périphérique du tendon se présente sous la forme d'un moignon épais, long de 1 cm. seulement ; en revanche, le bout central est introuvable. L'incision est prolongée jusqu'au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne ; toujours pas de tendon profond. En désespoir de cause, le docteur recourt à un palliatif. Il fend par le milieu les deux brides par lesquelles le tendon superficiel s'insère aux bords de la phalangine, coupe les insertions des deux moitiés internes, et, les ramenant sur la ligne médiane, les suture au tendon du fléchisseur profond. Le résultat fut heureux ; la troisième phalange recouvra son mouvement au bout de trois semaines environ ; mais le cas prouve nettement que les tendons fléchisseurs subissent une rétraction considérable (5 cm. au moins) après la section et qu'il est dès lors inutile de chercher le bout central dans la plaie.

J'ai fait moi-même quelques expériences relatives à la rétraction des tendons après la ténotomie, soit sur des animaux vivants (chien, lapin, grenouille), soit sur des animaux que l'on venait de sacrifier et dont les muscles avaient conservé leur excitabilité et leur élasticité normales.

Les animaux vivants ont tous été narcotisés préalablement au moyen de l'éther, d'abord pour éviter la douleur, secondement afin d'obtenir la résolution musculaire. L'influence de la contractilité étant supprimée, la mesure du ventre charnu prise après la ténotomie, donne la *longueur naturelle* du muscle, c'est-à-dire la longueur du muscle ni contracté ni étiré. L'écartement des bouts tendineux, mesuré au moyen d'une règle graduée

dans diverses positions des os, indique le degré d'étirement du muscle correspondant à chacune de ces positions. Il suffit, pour que les résultats soient comparables entre eux, de diviser la longueur du ventre charnu rapportée à 100 par l'écartement observé. Ce quotient obtenu, on en déduit directement dans quelle proportion le muscle doit se contracter chez le vivant pour effectuer le mouvement.

J'ai pris mes mesures au moins dans trois positions différentes : extension complète, position moyenne ou intermédiaire, flexion complète.

Expériences pratiquées sur le lapin.

Section du tendon d'Achille. — L'expérience a été faite de la même manière sur quatre lapins désignés par les lettres A. B. C. D.

L'animal a été narcotisé sous une cloche jusqu'à résolution complète du système musculaire. Le genou est maintenu immobile en extension. Le tendon ayant été sectionné aussi franchement que possible, on mesure l'écartement des deux bouts au moyen d'une règle graduée, d'abord dans l'extension du pied (170°), puis dans les divers degrés de flexion, jusqu'à la flexion complète (30°). L'amplitude totale du mouvement de l'articulation tibio-tarsienne = 140°.

Ecartement des bouts tendineux indiqué en millimètres.

		A. (Exp. 1)	B. (Exp. 2)	C. (Exp. 3)	D. (Exp. 4)	Moyennes.
(Extension.)	170°	1	0	0	0	1/4
	160°	4	1	1	1	1 3/4
	150°	5	2	3	3	3 3/4
	140°	6	5	4	4	4 3/4
	130°	7	6	6	8	6 3/4
	120°	8	8	4	10	7 1/2
	110°	10	10	8	12	10
(Posit. interm.)	100°	11	11	11	15	12
	90°	12	13	13	16	13 1/2
	80°	13	14	14	17	14 1/2
	70°	14	16	15	19	16
	60°	14	17	16	20	16 3/4
	50°	15	20	17	21	18 1/4
	40°	16	20	18	23	19 1/4
(Flex. complète.)	30°	16	21	18	24	19 3/4

En faradisant le gastrocnémien du lapin A on obtient une rétraction de 15 mm. (le pied étant maintenu fléchi à 90°).

Après avoir détaché une forte adhérence qui retenait la gaîne du même muscle on trouve au repos une rétraction de 15 mm.; en faradisant, un écartement de 20 mm. (pied maintenu à 90°).

Chez le lapin B la faradisation du même muscle donne une rétraction de 19 mm. (pied maintenu à 90°); chez le lapin C une rétraction de 15 mm. (pied fléchi à 90°). Après avoir détaché sur ce dernier une forte adhérence de la gaine aponévrotique, on trouve au repos 15 mm., en électrisant 20 mm. Chez le lapin D la faradisation du gastrocnémien donne un raccourcissement de 22 mm.

On voit, d'après ces données, que le gastrocnémien du lapin n'est pas étiré lorsque l'articulation tibio-tarsienne est en extension complète (écart minimum des points d'insertion). C'est dans cette position seulement que le muscle offre sa longueur naturelle; l'étirement commence avec le mouvement de flexion; il atteint 12 mm. en moyenne dans la position intermédiaire et 20 mm. dans la flexion complète. La longueur du corps charnu du gastrocnémien (détaché du solaire) était pour le lapin A: 50 mm., pour B: 65, pour C: 54, pour D: 70.

Divisons la longueur du corps charnu rapportée à 100 par la distance (l'écartement) des bouts tendineux, nous obtenons:

	Dans la flexion à 100°:	Dans la flexion à 30°:
Lapin A	$\frac{100 \times 11}{50} = 22\%$	$\frac{100 \times 16}{50} = 32\%$
» B	$\frac{100 \times 11}{65} = 17\%$	$\frac{100 \times 21}{65} = 32\%$
» C	$\frac{100 \times 11}{54} = 20\%$	$\frac{100 \times 18}{54} = 33\%$
» D	$\frac{100 \times 15}{70} = 21\%$	$\frac{100 \times 24}{70} = 34\%$
Moyennes des 4 expériences	20%	33%

Le gastrocnémien du lapin est donc étiré de 20 %, soit exactement $^1/_5$ de sa longueur dans la position intermédiaire (flexion à 100°) et de 33 %, soit $^1/_3$ de sa longueur dans la flexion complète (30°). C'est donc dans la même proportion que le muscle actif doit se raccourcir chez le vivant pour effectuer le mouve-

ment d'extension d'abord de 30 à 100, puis de 100 à 170° (amplitude totale 140°).

Ces chiffres ont été contrôlés sur le squelette au moyen de la méthode de Fick (IV, p. 439).

Le muscle est représenté par un cordon dont une extrémité est attachée au tendon d'Achille conservé à cet effet tandis que l'autre, tendue au moyen d'un poids, glisse dans un anneau fixé dans le fémur au niveau de l'insertion. Le genou étant maintenu immobile, on fléchit successivement le pied en allant de l'extension (170°) à la flexion complète (30°) et mesure au moyen d'un point de repère (un fil rouge p. ex. noué sur le cordon) de combien de millimètres le cordon s'allonge au cours du mouvement.

L'expérience a été faite sur le squelette du lapin B.

Etirement du gastrocnémien.

170°	0mm	90°	14mm
160	1	80	15
150	3	70	16
140	5	60	18
130	6	50	20
120	7	40	21
110	10	30	22
100	12		

Les chiffres obtenus (12mm dans la position moyenne, 22 dans la flexion complète) correspondent à un millimètre près aux mesures prises sur le tendon sectionné. (Voyez ci-dessus, lapin B).

J'ai mesuré sur le même squelette l'écart minimum et l'écart maximum des points d'insertion du gastrocnémien. Le fémur étant maintenu en extension, l'écart minimum = 85 mm. (dans l'extension du pied à 170°), l'écart maximum = 107 mm., soit 85 + 22 (dans la flexion du pied à 30°). On voit encore, en tenant compte de la longueur du ventre charnu (65 mm.) et de la longueur du tendon (20 mm.) que l'allongement du muscle doit être 65 + 12, soit 18 % de sa longueur naturelle dans la flexion à 100° et 65 + 22, soit 34 % de sa longueur naturelle dans la flexion complète. Ces chiffres concordent presque entièrement avec les mesures prises sur le lapin vivant.

Section du triceps fémoral. – L'expérience a été faite sur deux lapins désignés par les lettres E et F, narcotisés jusqu'à résolution complète du système musculaire au moyen de l'éther. Chez le premier, la section a été pratiquée immédiatement au-

dessus de la rotule. Chez le sujet F, la rotule elle-même a été divisée par un trait de scie. L'écartement a été mesuré comme ci-dessus au moyen de la règle, d'abord dans l'extension complète du genou (170°), puis aux divers degrés de flexion.

L'amplitude totale du mouvement = 140.

Ecart des bouts tendineux.

	Lapin E. (Exp. 5).	Lapin F. (Exp. 6).		Lapin E. (Exp. 5)	Lapin F. (Exp. 6).
170°	6mm	6mm	90°	16mm	14mm
160	8	7	80	17	15
150	10	8	70	19	15½
140	11	10	60	20	16
130	12	11	50	21	17
120	13	11½	40	22	18
110	14	12	30	24	19
100	15	13			

La valeur moindre des chiffres de la seconde colonne (lapin F) s'explique probablement par la présence de quelques adhérences aponévrotiques qui retenaient le fragment supérieur de la rotule.

On voit, d'après ces mesures, que contrairement à ce que j'ai constaté sur le gastrocnémien, le triceps fémoral est déjà étiré de 6 mm. dans l'extension du genou; dans la flexion à 100°, l'étirement = 15 mm. et, dans la flexion complète, 24. Toutefois il faut remarquer que la hanche était en extension au moment de l'expérience; or, l'extension de la hanche tend fortement le droit antérieur et avec lui le triceps entier (bien plus fortement que l'extension du genou ne tend le gastrocnémien); il est probable que si la hanche avait été fléchie, le triceps n'aurait pas été étiré. La longueur du corps charnu du droit antérieur étant, chez le lapin E, 90 mm., chez le lapin F, 102 mm., on trouve en divisant cette dimension, rapportée à 100° par l'écart des bouts sectionnés :

Lapin E.

Extension (170°) $\frac{6 \times 100}{90} = 6{,}6\% = 1/15$

Flexion à 100° $\frac{15 \times 100}{90} = 16{,}6\% = 1/6$

Flexion à 30° $\frac{24 \times 100}{90} = 26{,}6\% = 1/4$ env.

Lapin F.

Extension (170°) $\frac{6 \times 100}{102} = 5{,}8\% = {}^1/_{17}$

Flexion à 100° $\frac{13 \times 100}{102} = 12{,}7\% = {}^1/_8$

Flexion à 30° $\frac{19 \times 100}{102} = 18{,}7\% = {}^1/_5$ env.

Le triceps du lapin E est donc étiré de 6,6 %, soit $^1/_{15}$ de sa longueur naturelle dans l'extension du genou, de 16,6 % soit $^1/_6$ de sa longueur dans la position intermédiaire et de 26,6 %, soit un peu plus du quart de sa longueur dans la flexion complète. Le triceps du lapin F est étiré de 5,8 %, soit $^1/_{17}$ de sa longueur dans l'extension du genou; de 12,7 %, soit $^1/_8$ de sa longueur dans la position intermédiaire et de 18,7 %, soit $^1/_5$ environ de sa longueur dans la flexion complète.

Si l'on retranche 6 mm. dès le début de l'expérience, on obtient :

		Lapin E	Lapin F.
Extension	(170°)	Ecart 0	0
Flexion à	100°	» 9	7
Flexion à	30°	» 18	13

et en faisant le calcul comme ci-dessus :

Flexion à 100° $\frac{9 \times 100}{90} = 10\%$ $\frac{7 \times 100}{102} = 6{,}9\%$

Flexion à 30° $\frac{18 \times 100}{90} = 20\%$ $\frac{13 \times 100}{102} = 12{,}9\%$

Pour le gastrocnémien, les chiffres correspondants étaient :

Dans l'extension du pied. 0
» la position intermédiaire . . . 20 %
» la flexion complète . . . . . 33 %

Le triceps serait donc plus fortement étiré dans l'extension du genou que le gastrocnémien dans l'extension du pied, plus faiblement, en revanche, dans la position intermédiaire et dans la flexion complète. J'ai lieu de croire cependant que le résultat est partiellement faussé par les adhérences aponévrotiques qui retiennent le triceps plus fortement que le gastrocnémien et s'opposent à la rétraction du bout central. On trouve, en effet, en contrôlant les résultats au moyen de la méthode de Fick que les

mesures prises sur le squelette (Lapin E) donnent des chiffres un peu plus forts.

Etirement du triceps fémoral (Procédé de Fick) :

170°	0mm	90°	13 ½mm
160	2 ½	80	15
150	4	70	16
140	5	60	17
130	7	50	18
120	9	40	19
110	10	30	20
100	12		

Il faut, pour que les chiffres soient comparables à ceux de l'expérience 5, partir de 6 au lieu de 0, en d'autres termes ajouter 6 à chacun des chiffres ; on obtient ainsi :

Dans l'extension	(170°)	6mm
» la flexion à	100°	18
» la flexion à	30	26

La valeur un peu inférieure des chiffres obtenus sur le vivant s'explique vraisemblablement par la présence des gaines musculaires.

Expériences pratiquées sur le chien.

Exp. 7. 18 janvier 1895. Chien de petite taille, narcotisé au moyen de l'éther. Je sectionne les tendons des *fléchisseurs communs* superficiel et profond des doigts à la face palmaire de la patte antérieure gauche, un peu en arrière des pelottes. Les tendons, soudés les uns aux autres, formaient dans cette région un paquet compact.

La rétraction du bout central immédiatement après la section = 1 cm., les doigts étant maintenus en extension (c'est-à-dire dans le plan de l'avant-bras)

Le ventre charnu du muscle mesurant 8 cm., on voit que le fléchisseur commun est étiré de $^1/_8$ environ, soit 12,5 % de sa longueur naturelle lorsque les doigts sont en extension.

Exp. 8. Quatre jours plus tard, le chien ayant été narcotisé de nouveau, la rétraction des fléchisseurs = 1 ½ cm. (les doigts en extension) ; elle a donc augmenté de 5 mm. La faradisation augmente le raccourcissement de 1 mm. à peine (le muscle réagit très mal).

Le chien est sacrifié pendant la narcose.

Deux jours après, le corps se trouvant en état de rigidité cadavérique, la rétraction du fléchisseur commun = 13 mm. (les doigts en extension) et 20 mm. (les doigts en flexion dorsale).

Exp. 9. 22 janvier 1895. Un second chien devant être sacrifié ce jour-là en vue de la démonstration des chylifères, je profite de la narcose pour sectionner le tendon du triceps fémoral au-dessus de la rotule et le tendon d'Achille au-dessus du talon.

Rétraction du *triceps* immédiatement après la section = 10 millimètres (le tibia en extension) et 15 mm. (le tibia en flexion complète).

La faradisation augmente de 5 mm. l'écartement des bouts tendineux.

Le ventre charnu du droit antérieur mesurant 10 cm., on voit que ce muscle est étiré de $^1/_{10}$ environ de sa longueur lorsque le genou est en extension.

Rétraction du *tendon d'Achille* immédiatement après la section = 4 mm. (le pied en extension) et 15 mm. (le pied fléchi à 90°).

Deux heures après la mort, l'écartement n'a pas changé.

Le corps charnu des gastrocnémiens mesurant 6 cm., on trouve par le calcul que ces muscles sont étirés dans l'extension du pied de $^1/_{15}$ = 6,6 %, et dans la flexion du pied à 90° du quart environ = 25 % de leur longueur naturelle.

Exp. 10. 22 janvier 1895. Sections tendineuses pratiquées sur le même chien 2 heures après la mort.

Quelques muscles (fléchisseur et extenseur communs) sont encore faiblement excitables par le courant d'induction ; d'autres (gastrocnémiens, biceps brachial) ont déjà perdu leur excitabilité.

Je sectionne le tendon du *biceps brachial.* La rétraction = 6 mm., lorsque l'avant-bras est fléchi à 90° et 13 mm., lorsque l'avant-bras est en extension.

Le corps charnu mesurant 4 ½ cm., on voit que le muscle est étiré de $^1/_8$ environ de sa longueur = 13,3 % dans la demi-flexion et un peu plus du quart de sa longueur = 27 % dans l'extension.

Je sectionne les tendons de l'*extenseur commun* des doigts au-dessus du ligament annulaire.

La rétraction = 8 mm. lorsque les doigts sont en extension, et 11 mm. lorsque les doigts et le poignet sont en flexion complète.

La flexion du poignet est très étendue chez le chien, la face palmaire de la main peut s'appliquer contre l'avant-bras ! En revanche les doigts se fléchissent beaucoup moins que chez l'homme. La faradisation augmente le raccourcissement de l'extenseur de 2 mm. seulement. Le corps charnu mesurant 5 ½ cm., l'étirement du muscle = $^1/_7$ de sa longueur naturelle, soit 14,3 % lorsque les doigts sont en extension et $^1/_5$ de sa longueur, soit 20 % dans la flexion complète.

Je sectionne le *long abducteur* du pouce. La rétraction = 4 mm. dans la flexion du poignet.

Je sectionne les deux *radiaux*. La rétraction = 4 mm. dans l'extension du poignet, 18 mm. dans la flexion complète et 12 mm. dans l'extension après que l'on a détaché les gaines [1].

Le corps charnu mesurant 6 cm., l'étirement du muscle entre ses points d'insertion = $^1/_5$ de sa longueur naturelle soit 20 % dans l'extension du poignet (muscle dégagé de sa gaine), et un peu moins du tiers, soit 30 % dans la flexion.

Je sectionne le *grand palmaire*. La rétraction = 5 mm. dans l'extension et 13 mm. dans la flexion du poignet.

Le corps charnu mesurant 5 cm., l'étirement du muscle = 10 % dans l'extension et 26 % dans la flexion du poignet.

Exp. 11. 24 janvier 1895. Mesures prises sur le second chien deux jours après la mort. Le corps est en état de rigidité cadavérique.

Section du *triceps* (le tibia est complètement fléchi ensuite de la prédominance des fléchisseurs laissés intacts).

La rétraction = 35 mm., soit 35 % de la longueur du ventre charnu.

Section du *tendon d'Achille*. Pied fléchi à 90°. La rétraction = 16 mm., soit 26,6 %. Pied en flexion dorsale forcée. La rétraction = 20 mm., soit 33,3 %.

Section du *biceps brachial* (avant-bras fléchi à 100°). La rétraction = 23 mm., soit 51,1 %.

Je n'ai pas pu mesurer la rétraction de l'extenseur commun des doigts, les tendons s'étant un peu ratatinés par la dessication.

[1] La rétraction des muscles après les sections tendineuses varie beaucoup suivant que le muscle est libre ou engainé et suivant la disposition des adhérences qui le retiennent ; il y a là une cause d'erreur dont il faut constamment tenir compte. J'ai fait autant que possible mes expériences sur des muscles entièrement dégagés de leur gaine.

Section des *radiaux* (poignet fléchi à 90°). La rétraction = 20 mm. soit 33,3 %.

Section du *grand palmaire*. La rétraction = 10 mm., soit le cinquième de sa longueur.

Résumé.

Section des fléchisseurs communs. Chien vivant.

		mm.
Les doigts en extension	Rétraction :	10 = $^1/_8$
Le même, 4 jours après	»	15 = $^1/_6$.
Le même, 2 jours après la mort les doigts en extension . . .	»	13 = env. $^1/_7$.
» en flexion	»	20 = $^1/_5$.

Section du triceps fémoral. Chien vivant.

Le genou en extension	Rétraction :	10 = $^1/_{10}$.
» en flexion complète. .	»	15 = env. $^1/_7$.
Le même, 2 jours après la mort (flexion complète)	»	35 = env. $^1/_3$.

Section du tendon d'Achille. Chien vivant.

Le pied en extension	Rétraction :	4 = $^1/_{15}$.
» fléchi à 90°	»	15 = $^1/_4$.
Le même, 2 jours après la mort. Le pied fléchi à 90°	»	16 = env. $^1/_4$.
. » en flexion forcée . . .	»	20 = $^1/_3$.

Section du biceps brachial. Deux heures après la mort.

L'avant-bras fléchi à 90° . . .	Rétraction :	6 = env. $^1/_8$.
» en extension . . .	»	13 = env. $^1/_4$.
Le même, 2 jours après (avant-bras fléchi à 100°)	»	23 = env. $^1/_2$.

Section de l'extenseur commun. Deux heures après la mort.

Les doigts en extension	Rétraction :	8 = $^1/_7$.
Les doigts et le poignet fléchis .	»	11 = $^1/_5$.

Section du long abducteur. Deux heures après la mort.

Les doigts et le poignet en flexion	Rétraction :	4.

Section des radiaux. Deux heures après la mort.

Le poignet en extension. . . .	Rétraction :	4 = env. $^1/_{15}$.
» en flexion complète .	»	18 = env. $^1/_3$.
» en extension, après avoir détaché les gaines. . .	»	12 = $^1/_5$.
Le même, 2 jours après (le poignet fléchi à 90°)	»	20 = $^1/_3$.

Section du grand palmaire. Deux heures après la mort.

		mm.
Le poignet en extension. . . .	Rétraction :	5 = $^1/_{10}$.
» en flexion.	»	13 = env. $^1/_4$.
Le même, 2 jours après (le poignet en extension)	»	10 = $^1/_5$.

Expériences pratiquées sur la grenouille.

J'ai opéré sur trois grenouilles (A, B, C), préalablement éthérisées jusqu'à résolution complète du système musculaire.

Section du tendon d'Achille. — Le tendon d'Achille ayant été sectionné, je mesure la rétraction de deux bouts immédiatement après la section, le jour suivant et quatre jours après (les grenouilles sont encore vivantes). Chaque fois, je prends les mesures dans trois positions successives : l'extension, la demi-flexion et la flexion complète du pied. Le fémur est placé en extension sur le tibia, afin de maintenir à la même hauteur l'insertion supérieure du gastrocnémien.

Voici les résultats :

Ecart des bouts tendineux immédiatement après la section.

Grenouilles	A (Exp. 12)	B (Exp. 13)	C (Exp. 14)
Extension . . .	4 mm.	4 mm.	3 mm.
Demi-flexion. . .	7	6	5
Flexion complète .	8	8	8

Le jour suivant, la rétraction du bout central augmente de 3 mm.

	A (Exp. 15)	B (Exp. 16)
Extension	7 mm.	7 mm.
Demi-flexion . . .	10	9
Flexion complète. .	11	11

Quatre jours après la section, la rétraction du bout central augmente encore de 2 mm.

	A (Exp 17)	B (Exp. 18)
Extension	9 mm.	9 mm.
Demi-flexion . . .	12	11
Flexion complète. .	13	13

La longueur du ventre charnu du gastrocnémien = chez A : 27 mm. ; B : 28 ; C : 30.

On obtient le degré de l'étirement du muscle en divisant comme ci-dessus la longueur du ventre charnu rapportée à 100 par l'écartement des bouts tendineux.

Etirement au moment de la section.

	A	B	C	Moyennes
Extension . . .	15 %	14,3 %	10 %	13 %
Demi-flexion . .	26	21,4	16	21
Flexion complète.	29,6	29	26,6	28,4

Etirement le jour suivant.

	A	B	Moyennes
Extension . . .	26 %	25 %	25 %
Demi-flexion . .	37	32	34,5
Flexion complète .	40,7	39,1	39,9

Etirement quatre jours après la section.

	A	B	Moyennes
Extension . . .	33,3 %	32 %	32,9 %
Demi-flexion . .	44,4	39,1	41,7
Flexion complète .	48,1	46,4	47,2

Section du tendon du triceps fémoral. Ecartement des deux bouts immédiatement après la section.

	A (Exp. 19)	B (Exp. 20)	C (Exp. 21)
Extension . . .	2 mm.	3 mm.	2 mm.
Demi-flexion . .	4	5	4
Flexion complète.	6	7	6

Le jour suivant, la rétraction du bout central augmente de 3 mm. chez la grenouille A et de 2 chez la grenouille B.

	A (Exp. 22)	B (Exp. 23)
Extension . . .	5 mm.	5 mm.
Demi-flexion . .	7	7
Flexion complète .	9	9

Quatre jours après la section, la rétraction du bout central s'est encore augmentée de 4 mm. chez la grenouille A et de 1 chez la grenouille B.

	A (Exp. 24)	B (Exp. 25)
Extension . . .	7 mm.	6 mm.
Demi-flexion . .	9	8
Flexion complète .	11	10

La longueur du ventre charnu du triceps (droit antérieur) = chez A : 28; B: 30; C : 32.

Etirement calculé comme ci-dessus au moment de la section.

	A	B	C	Moyennes
Extension . . .	7,1 %	10 %	6,2 %	7,7 %
Demi-flexion . .	14,2	16,6	12,5	14,4
Flexion complète	21	23,3	18,7	21

Etirement le jour suivant.

	A	B	Moyennes
Extension . . .	17,5 %	16,6 %	17,5 %
Demi-flexion . .	25	23,3	24,1
Flexion complète .	32,1	30	31,5

Etirement 4 jours après la section.

	A	B	Moyennes
Extension . . .	25 %	20 %	22,5 %
Demi-flexion . .	32,1	26,6	29,3
Flexion complète .	39,5	33,3	36,4

Résumons maintenant les résultats obtenus chez le lapin, le chien et la grenouille (Exp. 1 à 25), et voyons s'il est possible d'en tirer quelques déductions générales.

Je constate d'abord qu'il y a *une seule position* dans laquelle les muscles ne sont pas étirés et n'offrent en conséquence aucune rétraction au moment de la section, c'est la position dans laquelle les points d'insertion sont rapprochés au maximum; ce sera, par exemple, l'extension forcée s'il s'agit d'un extenseur; la flexion complète s'il s'agit d'un fléchisseur (voyez les exp. 1, 2, 3, 4, pratiquées sur le gastrocnémien du lapin).

C'est donc dans cette position seulement que le muscle, observé sur le vivant, offre sa longueur naturelle, c'est-à-dire qu'il n'est ni étiré, ni contracté (chez l'animal narcotisé). Il va sans dire que le muscle peut néanmoins se tendre dans cette position (par la contraction physiologique) quand il s'agit de maintenir les os aussi rapprochés que possible, ou de résister à une traction effectuée en sens inverse, mais la contraction agit dans ce cas avec moins de puissance que dans les positions où le muscle est étiré. Au surplus, la règle que je viens d'indiquer ne se vérifie pas dans tous les cas d'une manière uniforme. J'ai constaté dans plusieurs de mes expériences, au moment déjà où les points d'insertion offrent leur rapprochement maximum un léger écartement des bouts sectionnés. Ainsi en coupant le gastrocnémien du chien (Exp. 9) j'ai observé une rétraction de 4 mm., à un moment où le pied était en extension; en sectionnant le triceps du même animal une rétraction de 10 mm. et en opérant sur le triceps du lapin (Exp. 5, 6) une rétraction de 6, à un moment où le tibia était en extension. J'ai déjà fait remarquer que ces résultats un peu contradictoires s'expliquent par la position donnée au fémur dans le premier cas et la position donnée au bassin dans les deux derniers. Le gastrocnémien et le droit

antérieur sont des muscles « biarticulaires »; ils agissent sur deux articulations à la fois. Il faudrait pour résoudre d'une façon plus claire le problème qui nous occupe, opérer sur des muscles agissant sur une articulation unique.

Si le muscle a justement sa longueur naturelle quand les insertions sont rapprochées, nous constatons en revanche que l'étirement est manifeste dès que les insertions commencent à s'éloigner l'une de l'autre. Chez le chien le fléchisseur commun, observé dans la position moyenne du poignet et des doigts, est étiré de 1 cm., soit d'un huitième environ de sa longueur (Exp. 7); le biceps brachial est étiré dans la demi-flexion du coude de 6 mm., soit d'un septième environ de sa longueur; l'extenseur commun des doigts est étiré de 8 mm., soit encore d'un septième de sa longueur, dans la position moyenne du poignet et des doigts (Exp. 10). Chez le lapin où la position moyenne de l'articulation tibio-tarsienne a été évaluée avec plus de précision, l'étirement du gastrocnémien mesure exactement le cinquième de la longueur du ventre charnu (Exp. 1, 2, 3 et 4.) Chez la grenouille l'étirement paraît à peine plus fort, ainsi pour le gastrocnémien 21 % de la longueur du ventre charnu dans la demi-flexion du pied (Exp. 12 – 18).

Enfin dans l'écartement maximum des points d'insertion, l'étirement atteint le cinquième, le quart et même le tiers de la longueur naturelle du muscle.

J'ai mesuré 20 %, soit un cinquième de la longueur pour l'extenseur commun des doigts et le grand palmaire du chien, 27 % pour le biceps du chien, 25 % pour le gastrocnémien du chien (Exp. 10), 33 % pour le gastrocnémien du lapin (Exp. 1, 2, 3, 4), 28.4 % pour le gastrocnémien de la grenouille (Exp. 12-14), et 21 % pour le triceps du même animal. (Exp. 19-21.)

Les résultats varient naturellement suivant que les muscles sont formés de fibres droites ou de fibres obliques [1].

Il résulte de ces chiffres que lorsqu'un muscle se contracte chez le vivant, pour mouvoir une articulation, le raccourcisse-

[1] Les chiffres indiqués par Mlle de Besser paraissent un peu faibles en comparaison de ceux qui ont éte publiés par Edouard Weber et plus tard par J. Gubler (Ueber die Längenverhältnisse der Fleischfasern. Diss. Zurich 1860).

Weber donne le chiffre 47 à 50 % comme représentant le raccourcissement des muscles uniarticulaires observés *in situ*. Pour les mus-

ment qu'il subit pour passer de l'écartement extrême au rapprochement maximum de ses points d'insertion correspond exactement au degré d'étirement dans lequel se trouve le muscle au début du mouvement. Ainsi, si le muscle est étiré d'un quart de sa longueur dans l'écartement extrême, il devra se raccourcir d'un quart pour passer au rapprochement maximum, s'il est étiré d'un tiers il devra se raccourcir d'un tiers et ainsi de suite. Les chiffres qui expriment le raccourcissement maximum des muscles observés sur le vivant et normalement insérés sont, on le voit, beaucoup plus faibles que ceux qui ont été obtenus dans des expériences de laboratoire sur des muscles détachés du corps. Il suffit de rappeler qu'en faisant contracter l'hyoglosse de la grenouille, Ed. Weber (X, p. 121) a obtenu un raccourcissement équivalent aux $^5/_6$ de la longueur du muscle préalablement étiré au moyen d'un poids.

Une autre déduction qui ressort de mes expériences est que l'action des muscles serait à peu près nulle, si au moment où un mouvement doit se produire, ces organes n'étaient pas déjà étirés entre leurs points d'insertion. Ceci ressort nettement des essais que j'ai entrepris au moyen de l'appareil à induction. L'effet de l'excitation électrique qui est si frappant quand on électrise un muscle normalement inséré et par conséquent tendu entre ses points d'attache, est au contraire à peu près nul si l'on opère après la ténotomie sur des muscles revenus sur eux-mêmes. Ainsi chez le chien dans l'expérience 8, la faradisation du fléchisseur commun ne produit qu'un raccourcissement de 1 mm. Dans l'expérience 7 la faradisation du triceps porte la rétraction à 20 mm. au lieu de 15; le raccourcissement (5 mm.) équivaut au dixième seulement de la longueur totale. Dans l'expérience 10, section de l'extenseur commun, la faradisation augmente la rétraction de 2 mm. (10 au lieu de 8). Dans les expériences 1-4, section du gastrocnémien, la faradisation porte la rétraction pour le lapin A de 12 à 15 mm. (de 15 à 20 après

cles pluriarticulaires le raccourcissement atteindrait 62 $^0/_0$. Gubler donne des chiffres encore plus forts.

Ces résultats un peu contradictoires proviennent vraisemblablement de ce que Mlle de Besser a mesuré le corps charnu en masse, au niveau des plus longues fibres, tandis que les auteurs précités ont mesuré pour chaque muscle un certain nombre de faisceaux isolés, tant à la surface qu'à l'intérieur du corps charnu et ont déduit de ces mesures la longueur moyenne des fibres (Bugnion).

que l'on a détaché une forte adhérence); pour le lapin B, de 13 à 19; pour le lapin C de 13 à 15, (de 15 à 20 après avoir détaché une adhérence); pour le lapin D de 16 à 22.

Les quatre dernières expériences ont été faites au moment de la mort chez des animaux qui réagissaient encore parfaitement.

On voit que l'effet est très faible comparé à celui que l'on obtient sur des muscles normalement insérés ou bien dans les expériences de laboratoire sur des muscles détachés du corps et étirés au moyen de poids appropriés à leur force.

Enfin les expériences pratiquées sur le chien et la grenouille m'ont permis de constater :

1° Que la rétraction succédant à la ténotomie augmente encore un peu pendant les jours qui suivent si on laisse vivre l'animal.

(Expérience 8, section du fléchisseur commun du chien ; rétraction 1 cm.; quatre jours plus tard 1 $^1/_2$ cm.

Exp. 12-18, section du tendon d'Achille chez la grenouille : rétraction 8 ; le jour suivant 11 ; trois jours après 13.)

2° Que la rétraction succédant à la ténotomie augmente après la mort ensuite de la rigidité cadavérique.

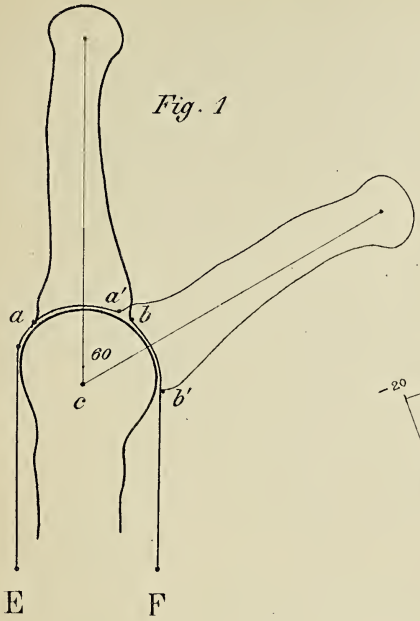
(Exp. 10 et 11, section du biceps brachial ; rétraction deux heures après la mort 6 mm.; deux jours après la mort 23 mm. Section du grand palmaire; rétraction deux heures après la mort 5 mm.; deux jours après la mort 10 mm.)

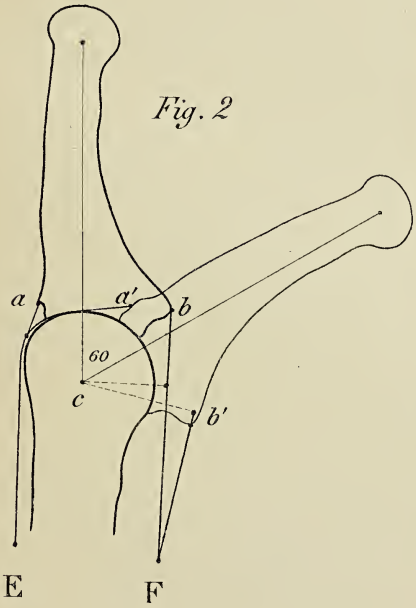
En terminant cette étude j'exprime ma vive reconnaissance à mon cher maître, M. le prof. Bugnion, pour l'extrême bienveillance qu'il m'a témoignée et pour tous les conseils qu'il a bien voulu me donner.

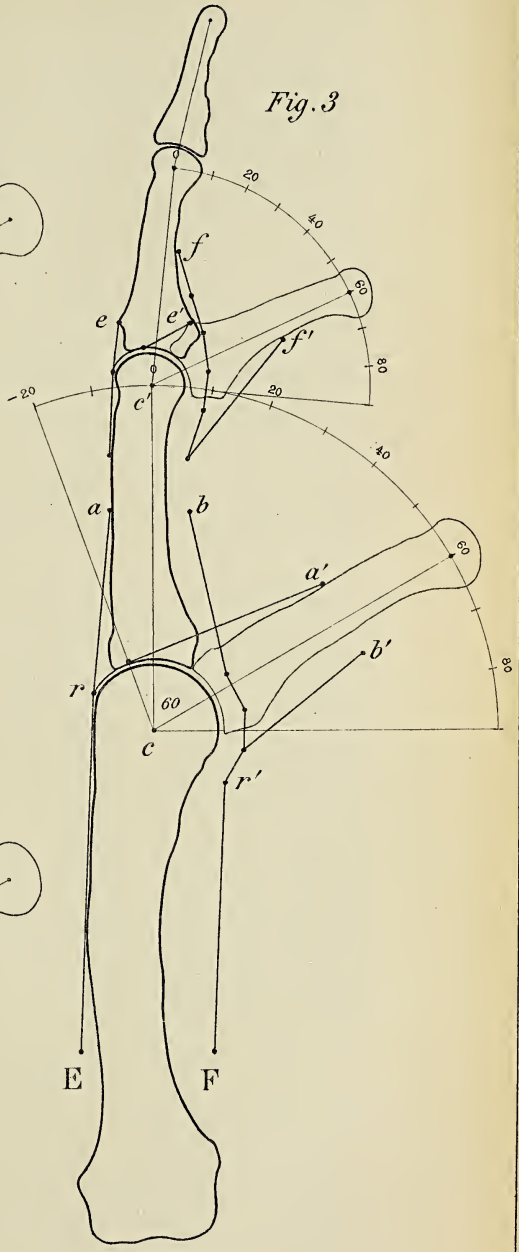
PLANCHE V. — EXPLICATION DES FIGURES

Fig. 1 et 2. Articulations imaginaires. — **Fig. 3.** Coupe sagittale de l'index du sujet D avec le métacarpien correspondant. Grandeur naturelle.

c. c,' Centres de courbure (axes de flexion).
E, tendon extenseur.
F, tendon fléchisseur.
aa', *ee'*, insertion de l'extenseur.
bb', *ff'*, insertion du fléchisseur.
rr', points de réflexion.







L.E. de Besset, del.

LITH. J. CHAPPUIS, LAUSANNE.

PRINCIPALES PROPOSITIONS

faites pour modifier la division du temps et de la circonférence

par Ch. DUFOUR, professeur à Morges.

L'admirable invention du système métrique décimal à la fin du dernier siècle a été pour les sciences un immense progrès.

Il n'y a plus que deux ordres de grandeur pour lesquelles ce système n'a pas encore triomphé des anciennes habitudes, ce sont le temps et les angles.

Mais toutes les personnes qui ont dû faire des calculs relatifs à ces mesures, ont pu voir combien ils étaient plus compliqués et combien il serait désirable que la division décimale leur fût aussi appliquée.

En France, on a bien voulu diviser aussi la circonférence en 400 grades, ce qui en faisait 100 à l'angle droit. Et ces grades eux-mêmes se subdivisaient encore d'après le système décimal.

Pour le temps, on a aussi proposé de diviser le jour en 10 heures, mais cette idée n'a eu aucun succès.

Toutefois, dans les derniers temps, on a reconnu que le système actuel présentait de grands inconvénients, et l'on a cherché à le modifier.

Alors différents systèmes ont été proposés :

D'abord reprendre le système proposé à la Convention, c'est-à-dire diviser la circonférence en 400 grades, et le jour en 10 heures, une heure en 100 minutes et la minute en 100 secondes. Ainsi cette nouvelle seconde serait un peu plus petite que la seconde actuelle, puisque celle-ci est la $\frac{1}{86400}$ du jour, tandis que la nouvelle seconde en serait la cent millième partie.

Pour les longitudes, une heure nouvelle correspondrait à 40 grades; une minute de temps à 40 minutes d'angle, et ainsi de suite. Ce serait plus simple que le système actuel.

M. Sarrauton a proposé de diviser la circonférence en 240 degrés, le degré en 100 minutes et la minute en 100 secondes. Puis de conserver la division du jour en 24 heures, mais de diviser aussi l'heure en 100 minutes et la minute en 100 secondes. Ainsi,

pour passer du temps aux angles, une heure correspondrait à 10 degrés, et ainsi de suite. Ce système présenterait certainement de grands avantages.

M. de Rey-Pailhade, de Toulouse, voudrait la division décimale d'une manière absolue sur toute la ligne.

Il diviserait le jour en 100 parties appelées *cés*, au singulier *cé*, abréviation de centijour, et le cé divisé en 100 *centicés*, etc.

Puis une division analogue pour la circonférence. L'idée est bonne, et pour tous les calculs, spécialement pour les calculs astronomiques, elle présenterait des avantages incontestables.

Cependant, il me semble impossible de bouleverser à ce point des usages anciens, auxquels tout le monde est accoutumé. On est tellement habitué au jour de 24 heures, qu'il me paraît difficile de changer cette division.

Ensuite, on trouverait parfois que l'on a à faire à de trop gros chiffres. Ainsi, chacun voit immédiatement que de 7 heures à 11 heures il y a 4 heures. Plusieurs personnes ne verraient pas aussi rapidement combien il y a de temps de 38 cés à 65 cés.

Le système que j'ai présenté à la Société astronomique de France et qui m'a mis en relation avec M. de Rey-Pailhade, est celui-ci :

Pour le temps, adopter deux systèmes de divisions :

1° Pour les affaires civiles, conserver le jour divisé en 24 heures; puis, si l'on veut, diviser l'heure en 100 minutes et la minute en 100 secondes. Je crois que, pour l'horlogerie, ce dernier changement n'offrirait pas de grandes difficultés. La principale, peut-être, serait de marquer ces minutes sur un cadran divisé en 12 heures. La division qui donne une heure pour la petite aiguille, correspondrait à 8 $\frac{1}{3}$ minutes pour la grande; 2 heures correspondaient à 16 $\frac{2}{3}$ minutes; 3 heures à 25 minutes, et ainsi de suite. Il vaudrait mieux, sans doute, faire sur le cadran un nouveau cercle sur lequel seraient marquées les minutes. Dans tous les cas, il me semble que cette difficulté pourrait être surmontée sans trop de peine.

2° Pour les affaires scientifiques, spécialement pour les calculs relatifs à l'astronomie et à la navigation, diviser le jour en 100 parties, que M. de Rey appelle des *cés*, puis le *cé* en 100 *centices*, etc., etc.

La circonférence serait divisée en 100 parties égales, que M. de Rey propose d'appeler des *cirs* (abréviation de *circulus*). Le cir se diviserait en 100 centicirs, et ainsi de suite.

Je demanderais, cependant, que l'un des noms proposés par M. de Rey fut changé, car les mots *cir* et *cé* se ressemblent trop, soit pour l'écriture, soit pour la prononciation; il serait bon de remplacer une de ces dénominations par autre chose.

Mais il est incontestable que de cette manière tous les calculs seraient beaucoup plus simples. Pour les différences de longitude, un *cir* correspondrait à un *cé*. On n'aurait pas les ennuis actuels, quand il faut trouver quel est le nombre de degrés, de minutes et de secondes d'angle qui correspond à un autre nombre d'heures, de minutes et de secondes de temps ou l'inverse.

Je suis certain que si l'on avait des tables trigonométriques correspondant à cette nouvelle division de la circonférence, il y aurait grand avantage, pour les calculs, à réduire les données anciennes dans les nouvelles mesures; à faire les calculs avec ces mesures toutes décimales; et ensuite, pour être compris par tout le monde, réduire les résultats ainsi obtenus en anciennes mesures, ce qui pourrait se faire au moyen d'une table peu compliquée.

J'ai fait un calcul pareil, avec mes étudiants de l'Université de Lausanne; en déterminant une longitude, comme on le ferait sur mer, en observant la hauteur du soleil, et en prenant pour unité de temps le *cé*, centième du jour, et pour unité d'angle le centième de la circonférence.

Tous les étudiants ont trouvé ce calcul très simple et beaucoup plus commode qu'avec l'ancien système.

Si l'on adoptait les mesures que je propose, je suis certain que dans la grande majorité des cas, il faudrait faire les réductions et les calculs comme je viens de l'indiquer, car je crois que, pendant longtemps encore, les montres resteront ce qu'elles sont, le mouvement demeurant le même; tout au plus, y aura-t-il peut-être à apporter quelques modifications aux cadrans. Car il est un point sur lequel sont d'accord à peu près toutes les personnes qui s'occupent de ces questions: c'est le désir de ne plus diviser le jour en deux parties, matin et soir. Mais, si l'on conserve le jour de 24 heures, de compter les heures de 0 à 24, d'un minuit à un autre minuit. Ainsi, 1 heure après midi serait 13 heures, 6 heures du soir serait 18 heures, et ainsi de suite. On éviterait ainsi les complications et les confusions si fréquentes avec le système actuel.

L'Italie et la Belgique ont déjà adopté ce système et s'en trouvent fort bien. Mais la France et l'Allemagne n'ont pas voulu en

entendre parler pour leurs horaires de chemin de fer. La Suisse a dû suivre ces errements. Espérons que cela sera seulement momentané, et que nous ne tarderons pas de compter aussi les heures de 0 à 24.

Quelques personnes s'effrayent de ce changement à cause du bouleversement qui en résulterait pour tous les instruments d'horlogerie. Il n'y aurait point de bouleversement du tout. Les mouvements resteraient ce qu'ils sont et si l'on veut les cadrans aussi, mais on dirait 15 heures au lieu de 3 heures après midi. Cependant, si l'on tient à avoir les nouvelles heures marquées sur les montres, on peut faire deux graduations sur le cadran, une graduation extérieure avec les chiffres romains, pour les heures de minuit à midi, et une graduation intérieure, avec les chiffres arabes (13, 14, 15, etc.), pour les heures de midi à minuit.

Dans tous les cas, je ne conseillerais pas de diviser le cadran en 24 parties, car il faudrait d'abord un changement dans le mécanisme de la montre, ensuite, avec les petites montres surtout, les divisions seraient si petites et les chiffres tellement rapprochés, que leur lecture serait parfois difficile.

Le système de compter les heures de 0 à 24 étant admis, on a proposé aussi d'ombrer les heures de la nuit, savoir de 0 à 6 heures et de 18 à 24 heures, mais cela ne me semble pas nécessaire.

Quant aux sonneries des horloges, il ne serait guère commode de faire frapper 18 coups à 18 heures et 21 coups à 21 heures. Mais rien n'empêcherait de conserver l'état de choses actuel. Quand on entendrait frapper 4 coups dans l'après-midi, chacun comprendrait bien que c'est 16 heures, soit 4 heures après midi de l'ancien système.

Cependant, il y a tout un groupe de savants qui redoutent beaucoup l'adoption des modifications proposées, surtout celles qui concernent la division du temps, parce qu'alors la seconde ne serait plus la même, et les unités électriques seraient profondément bouleversées.

Si les minutes et les secondes doivent changer, il est vivement à regretter que l'on n'ait pas fait ce changement plus tôt, avant l'adoption des unités électriques. Les modifications proposées auraient rencontré alors beaucoup moins d'opposition.

NOTES DE PARASITOLOGIE

Communication faite à la Société Vaudoise des Sciences naturelles le 7 décembre 1898,

PAR LE

Dr Bruno GALLI-VALERIO,

Prof. à la Faculté de médecine.

I. Sur un distome des poumons de Rana esculenta qui pourrait en imposer pour des tubercules.

Il m'est souvent arrivé, en faisant l'autopsie des grenouilles de mon laboratoire, de remarquer à la surface tantôt d'un, tantôt des deux poumons, des tubercules blanchâtres, à surface lisse, de la grosseur d'une petite tête d'épingle à un grain de millet, situés le plus souvent vers l'extrémité postérieure des poumons.

Au premier abord, ils donnent tout à fait l'impression de petites néoformations nodulaires, et un observateur qui s'empresserait de placer ces poumons ainsi lésés dans l'alcool pour en faire plus tard des coupes, pourrait tomber dans une grave erreur dans laquelle est tombé un savant allemand dont j'aurai l'occasion de parler tout à l'heure.

Si l'on examine ces tubercules avec une loupe, on remarque souvent, mais pas toujours, qu'ils paraissent changer légèrement de forme et proéminent, tantôt plus, tantôt moins sur la surface des poumons. Ces mouvements se font plus nets, si l'on place les poumons dans une solution physiologique de chlorure de sodium.

On peut alors assister à une intéressante transformation du tubercule: Il se rétracte, disparaît dans le parenchyme du poumon et en incisant en ce point cet organe, on voit sortir un parasite qui n'est autre chose qu'un distome.

Ce distome présente un corps nettement cylindrique, long de 11 à 12 millimètres, dont les 4 millimètres antérieurs sont blancs grisâtres et le reste noirâtre. Les œufs sont jaunes, ovoïdes, parfois un peu asymétriques, à double contour noir, à contenu

granuleux et avec un opercule qui n'est pas toujours très net. Leurs dimensions varient entre 37 × 19 μ — 41 × 18 μ — 40 × 18 μ.

C'est donc ce distome, que je rapporte à *D. Cylindraceum. Zeder.*, qui, plus ou moins pelotonné dans les poumons des grenouilles, donne l'impression de tubercules.

Si, en effet, on pratique des coupes sur des poumons durcis dans l'alcool, on trouve en correspondance des places occupées par les tubercules, les coupes transversales du corps du distome.

En effet, comme enclavées dans le parenchyme pulmonaire, on observe des masses irrégulières formées par des traces d'un tissu coloré en rose par le carmin et qui correspond au corps du distome et par un grand amas de corpuscules jaunes-brunâtres, ovoïdes, qui ne sont autre chose que les œufs du parasite.

Si j'ai rapporté ces observations, c'est qu'un cas analogue a induit en erreur un observateur allemand.

En 1897, M. Gebhardt, assistant à l'institut physiologique de l'université de Breslau, a décrit des nodules identiques à ceux dont je viens de parler, mais situés dans l'estomac de la grenouille, comme des tumeurs déterminées par des protozoaires qu'il avait même indiqués comme *Coccidium pylori.*

Son travail, accompagné de nombreuses photographies, a paru dans les archives de Virchow [1] et si réellement, les nodules observés par Gebhardt avaient été de véritables tumeurs, et les corpuscules de véritables protozoaires, nul doute que ce travail aurait apporté une bonne contribution à l'étude du parasitisme des tumeurs. Malheureusement il n'en était rien.

Ce fut M. Wagner, assistant du prof. Mikulicz, qui mit en évidence l'erreur commise par M. Gebhardt [2]. Il retrouva les mêmes nodules, mais les soi-disant tumeurs de Gebhardt, n'étaient que les coupes transversales d'un distome et le *Coccidium pylori* n'était autre chose que les œufs de ce distome.

J'ai eu l'occasion d'examiner le travail de M. Gebhardt, et les photographies même démontrent la vérité de l'affirmation de Wagner. L'aspect de l'estomac de grenouille avec les tumeurs, est le même que celui des poumons de grenouille dont je viens de vous parler. Dans une des photographies, qui devrait nous montrer le *Coccidium pylori*, on voit très bien qu'il s'agit d'œufs

[1] « Virchow's Archiv. » Bd. 147, H. 3. 1897.

[2] « Virchow's Archiv. » 1898. Bd. 150, p. 432.

de distome. En effet on peut remarquer sur plusieurs des prétendues coccidies la trace de l'opercule, que la photographie a mis en évidence et que l'observateur n'avait pas vu.

Une erreur analogue paraît avoir été commise en 1886 par Pachinger [1] qui a décrit dans des nodules de l'intestin de *Rana esculenta* des coccidies. En effet Braun [2] en citant ce travail, dit qu'il s'agissait probablement d'œufs de *Distomum turgidum.* Brds.

Ces observations erronées me paraissent de nature à rendre bien attentifs tous ceux qui s'occupent de la question du parasitisme dans les tumeurs, avant d'annoncer la découverte d'un nouveau parasite.

II. Les nouvelles études sur l'Uncinariose (Ankylostomose), et sur un cas observé chez le chat.

Dans le chapitre des anémies dues aux helminthes, l'uncinariose de l'homme occupe certainement la première place, soit à cause de sa gravité, soit à cause de la facilité de sa diffusion. Son étude est un des chapitres les plus récents de la pathologie.

Après la découverte faite par Dubini [3] de l'*Uncinaria duodenalis* chez l'homme, en 1838, après les observations de Criesinger [4] qui, en 1852, attribuait à cette espèce la chlorose d'Egypte, après les observations des médecins italiens sur des cas d'uncinariose chez l'homme en Italie, il nous faut arriver à 1881, époque à laquelle commence la véritable période d'études sur cette importante maladie, grâce à mon illustre ami M. le prof. Perroncito [5] qui démontre nettement que l'anémie des mineurs du St-Gothard est causée par *Uncinaria duodenalis.*

Je ne veux pas m'arrêter sur cette mémorable épidémie qui a fait l'objet du remarquable travail de M. le prof. Bugnion : *L'Ankylostome duodénal et l'anémie du St-Gothard* [6].

Aujourd'hui tout le monde sait que *Uncinaria duodenalis* est l'agent de l'anémie des briquetiers, des paysans qui travaillent

[2] « Die thierischen Parasiten des Menschen. » II. Auf. 1895, p. 68.

[1] « Zool. Anzeig. » IX. 1886, p. 471.

[3] « Annali universali di medicina. » T. 106, p. 15. 1843.

[4] « Archiv. f. physiol. Heikunde. » Bd. XIII, p. 55. 1854.

[5] « Moleschott's Untersuchungen. » Bd. XII, H 5, u. 6, p. 532. 1889.

[6] « Revue méd. de la Suisse romande. » Nos 5, 7. 1881.

dans les rizières, des mineurs, de la cachexie aqueuse des Antilles, de l'anémie intertropicale.

Chez certains individus, comme tout dernièrement l'ont démontré Zinn et Jacoby [1] et Tenholt [2], on peut toutefois rencontrer dans les selles de nombreux œufs d'*uncinaria* sans que ces individus présentent des symptômes de la maladie. Nous verrons sous peu l'explication que l'on peut donner de ce fait. Il nous est d'abord nécessaire de passer en revue les théories avancées pour expliquer le mode d'action de ce parasite pour provoquer l'anémie.

Impressionné par le fait que les ankylostomes se fixent à la muqueuse de l'intestin pour en sucer le sang, on a tout d'abord attribué l'anémie à la perte de sang par ces piqûres. Mais en 1890, Lussana [3] ayant rencontré dans les urines des malades atteints d'*uncinariose,* une substance toxique capable de déterminer chez les lapins une grave altération du sang, il attribua au parasite le pouvoir de sécréter une substance capable de dissoudre les globules rouges. Aslan, à son tour, isola de l'urine de deux patients, des toxines capables de provoquer l'anémie des lapins.

Aujourd'hui cette théorie, appuyée sur des faits analogues observés pour d'autres helminthes, tels que *B. latus*, a fait beaucoup de chemin, et il n'y a pas de doute que si des hémorragies provoquées par l'*uncinaria* entrent en jeu dans l'anémie, l'action toxique y joue un rôle encore plus important. L'importance de l'action toxique exercée par le parasite est démontrée par la pathologie expérimentale et comparée : M. Loos [4] fait avaler beaucoup de larves d'*Uncinaria trigonocephala* à un jeune chien. L'animal présente tous les symptômes d'une anémie très grave et succombe en dix-neuf jours. Dans l'intestin on trouve plus de sept mille jeunes ankylostomes qui n'ont déterminé aucune lésion à la muqueuse. Ils avaient donc bien agi par une sécrétion toxique.

Cette action toxique admise, il nous est facile de comprendre comment les *uncinaria* peuvent se trouver dans l'intestin de certains individus sans provoquer des troubles morbides. Il

[1] « Berliner klin-Woch. » 1898, p. 949, n° 43.

[2] « Zeitschr. f. med. » 1898. IX.

[3] « Rivista clinica ». N° 4. 1890.

[4] « Centralblatt für Bakariologie. » 1898. XXII. N°s 12—13.

s'agit, comme dans les maladies microbiennes, d'une résistance particulière de ces individus à l'action de la substance toxique sécrétée par *Uncinaria duodenalis.*

L'*uncinariose* a été observée dans tous les pays. De l'excellent travail de Zinn et Jacoby[1], il résulte qu'on l'a notée dans les pays suivants :

Europe : En Italie, Autriche, Hongrie, Suisse, France, Belgique, Hollande, Allemagne.

Asie : Japon, Indes, Ceylan, Tonkin, Cochinchine, Archipel malais, Philippines.

Amérique : Brésil, Guyane, Trinité, Sainte-Lucie, Jamaïque, Mexique, Argentine, Etats-Unis.

Afrique : Egypte, Transvaal, Afrique orientale, Zanzibar, Iles Comores, Mayotte, Madagascar, Ile Maurice, Natal, Orange, Kamerun, Guinée, Liberia, Abyssinie, Algérie, Tunisie.

Australie : Queensland, Nouvelle-Guinée, Hawaï, Iles Fidji.

Quelle est la voie suivie par l'*uncinaria* pour pénétrer dans l'organisme ?

Vous savez que jusqu'à présent on n'admettait qu'une seule voie : celle du tube digestif. Ça arrivait en portant à la bouche les mains souillées par la boue contenant les larves du parasite ou en buvant les eaux contenant ces mêmes larves. Tout récemment M. Loos vient de signaler une autre voie de pénétration[2]. Cet observateur avait trouvé un jour dans ses fèces des œufs d'*Uncinaria duodenalis*, sans pouvoir se rendre compte du mode dont il pouvait s'être infecté. Après un traitement par le thymol il en fut débarrassé. Mais un jour ayant placé sur sa main des larves d'*Uncinaria duodenalis*, il y éprouva de fortes démangeaisons. Il examina la main : il n'y avait plus de larves, mais à leur place de petites lésions de la peau qui furent suivies de tuméfaction et pustulation. Après deux ou trois mois, de nombreux œufs apparurent dans ses fèces. Loos n'hésite pas à admettre que les larves ont pénétré dans son intestin en traversant la peau. Cette intéressante observation mérite d'être confirmée par d'autres, faites surtout sur des individus qui n'ont jamais présenté d'œufs d'*uncinaria* dans les fèces. Le fait observé par le Dr Foderé à Göschenen, que les ouvriers les plus atteints par l'ankylostome étaient les poseurs de rails, pourrait s'expliquer non

[1] Ankylostomum duodenale. Leipzig 1898.

[1] Mém. cité.

seulement par le fait de porter à la bouche les mains malpropres mais, aussi par une pénétration directe à travers la peau.

Il y a deux ans, une observation d'un médecin hongrois, M. von Rathonyi [1], sembla modifier tout ce que l'on savait par rapport à la diffusion d'*Uncinaria duodenalis*. Ce médecin affirma d'avoir trouvé dans les fèces des chevaux des mines, les œufs d'*Uncinaria duodenalis* et, suggestionné évidemment par sa prétendue découverte, il affirma que l'introduction de ces chevaux dans les mines y développait l'uncinariose chez l'homme.

J'ai été un des premiers [2] avec M. Railliet [3] à mettre en doute l'affirmation de von Rathonyi, et à rapporter les œufs qu'il avait observés aux sclérostomes du cheval. Or, M. von Ratz [4] vient d'anéantir complètement la prétendue découverte. Il a, en effet, constaté que les œufs trouvés par von Rathonyi ne sont que des œufs de sclérostomes et à l'autopsie d'un cheval des mines, il a trouvé des *Scl. equinum* et *Scl. tetracanthum*.

Si M. von Rathonyi avait connu un peu de parasitologie comparée, il n'aurait certainement pas commis cette erreur qui pouvait avoir tant d'influence sur les mesures prophylactiques contre l'uncinariose.

Par une bonne prophylaxie, est-il possible d'empêcher le développement d'épidémies graves comme celle du St-Gothard ? Sans aucun doute, et je m'y arrêterai un instant, car le percement du Simplon pourrait d'un moment à l'autre mettre en présence de cette maladie redoutable.

M. Perroncito [5] avait déjà nettement formulé le point principal de la prophylaxie en 1880 : *n'admettre aucun ouvrier sans l'avoir soumis préalablement à la visite sanitaire. Les individus atteints d'ankylostomes devront être impitoyablement refusés ou soumis à un traitement préalable.*

Il paraît que le gouvernement allemand s'est mis nettement sur cette voie pour débarrasser les mines de l'uncinariose. Le conseil de santé de Breslau a, en effet, renvoyé en Autriche vingt-un ouvriers arrivés dans la ville avec des œufs d'*Uncinaria*

[1] « Deutsche med. Woch. » 1896. N° 41, p. 655.

[2] Giorn. R. soc. it. d'igiene. 1897, p. 155. *Manuale di patologia generale comparata. Milano 1898.*

[3] « C. R. Soc. Biol. » 26 déc. 1896.

[4] « Cent. f. Bakt. » XXIV. 1898, p. 298, n° 8.

[5] « R. acc. med. Torino. 18 giugno 1880.

duodenalis dans les fèces, et le gouvernement allemand paraît intentionné, non seulement d'empêcher l'entrée dans l'empire des ouvriers atteints d'uncinariose, mais d'expulser tous ceux de nationalité étrangère qui en sont atteints et qui s'y trouvent déjà. Le gouvernement autrichien à son tour a pris des mesures analogues. Il impose de dénoncer les cas d'uncinariose et d'envoyer immédiatement les malades dans les hôpitaux.

La seconde mesure à prendre, c'est celle d'empêcher absolument dans les mines, tunnels et briqueteries la diffusion des excréments dans lesquels on pourrait d'un moment à l'autre observer des œufs d'*uncinaria*. Dans ce but, il faut avant tout aménager dans les galeries des tinettes mobiles, des latrines sur chariot, et forcer les ouvriers à s'en servir sous menace d'expulsion. Toutes les matières excrémentitielles ainsi recueillies, devront être désinfectées, soit en les soumettant à la chaleur jusqu'à 50° au moins, soit en les traitant par des solutions d'acide phénique à 2 °/o, sulfurique à 20 °/o, etc.

Il faudra ensuite donner aux ouvriers de l'eau potable, les avertir du danger qu'il y a à boire des eaux vaseuses et à porter à la bouche des aliments pris avec des mains souillées de boue, et en même temps, si l'hypothèse de Loos est confirmée, leur signaler la nécessité de se laver souvent les mains. Les ouvriers devront en même temps être avertis que dès qu'ils souffrent de troubles de la digestion, de coliques, de vomissements, d'affaiblissement général, ils devront s'adresser au médecin qui s'enquerra immédiatement de la présence ou non dans les selles des œufs d'*Uncinaria duodenalis*.

C'est seulement en procédant de la sorte que l'on pourra éviter la diffusion de l'uncinariose chez l'homme.

Mais n'y a-t-il pas d'autres animaux qui sont atteints d'uncinariose? Plusieurs autres animaux présentent cette maladie, mais, excepté chez les singes anthropomorphes, elle est due à des ankylostomes d'espèce différente de celui de l'homme : Telle est *Uncinaria quadridentata* du singe, *Uncinaria mucronata* des édentés, *Uncinaria semicircularis* des porcins, *Uncinaria radiata* du veau, *Uncinaria cernua* du mouton, de la chèvre et du chamois, *Uncinaria trigonocephala* des canidés et des félidés, *Uncinaria boae* du boa constrictor, *Uncinaria longemucronata* du cochon. Mais toutes ces espèces ne sont pas transmissibles à l'homme. Parmi elles, celle qui offre le plus d'intérêt, c'est *Uncinaria trigonocephala*, car elle agit sur le chien et le chat

absolument de la même façon que *Uncinaria duodenalis* sur l'homme. Elle est l'agent de l'anémie pernicieuse des chiens de meute. Elle a été observée aussi chez le chat, mais plutôt rarement. Moi je n'ai eu l'occasion de l'observer que deux fois : l'une chez un jeune chat en Valteline et l'autre chez un chat âgé à Lausanne. C'est justement de ce dernier que je veux dire deux mots.

Il s'agissait d'un chat déjà d'un certain âge qui présentait une anémie profonde, progressive, avec des accès épileptiformes. Par l'examen des fèces plusieurs fois répété, j'ai pu y trouver des œufs d'uncinaria, mais jamais des uncinaria développées. L'animal succomba et à l'autopsie j'ai pu relever les faits suivants : pâleur extrême de toutes les muqueuses, du foie et des reins. Dans le cœur, du sang fluide, pâle. Muqueuse de l'intestin, en dessous du jéjunum, présentant par ci par là des ecchymoses de la dimension de petites têtes d'épingle. Dans quelques points on y trouve fixés de petits vers et d'autres sont libres dans les mucuosités de l'intestin. En tout il y en a une quinzaine. Il y a œdème du cerveau.

Les vers recueillis dans l'intestin se présentaient blancs, minces, à extrémité antérieure apparaissant comme un point jaunâtre. Leur longueur variait entre 8 mm. et 1 cm. Par l'examen microscopique, on distinguait nettement la capsule buccale pourvue de chaque côté de trois dents recourbées en crochet. Les œufs étaient ovoïdes, légèrement amincis aux pôles, à protoplasma ramassé en boule ou en une masse segmentée jaunâtre, de μ 39 × 28 — 41 × 28.

Ce ver correspond par ses caractères à *Uncinaria trigonocephala* telle qu'elle est décrite par M. Railliet[1]. Seulement les œufs sont beaucoup plus petits et correspondent à ceux que Stossich[2] indique pour *Uncinaria tubaeformis*.

Le cas que je viens d'indiquer me paraît intéressant au point de vue de la pathologie comparée. En effet le chat dont il est question, a présenté des convulsions épileptiformes analogues à celles que l'on observe dans d'autres helminthiasis et qui parlent plutôt pour une intoxication que pour une action réflexe partant de l'intestin et provoquée par les morsures de l'*uncinaria*. En faveur de l'action toxique parle aussi le fait, qu'un si

[1] « Zoologie médicale. » Paris, 1895, IIe édit.

[2] « Boll. soc. adriatica dei sc. nat. » Vol. XVI. 1895, p. 21.

petit nombre d'ankylostomes a pu provoquer des phénomènes tellement graves qu'ils ont conduit le chat à la mort. Peut-être quelques ankylostomes avaient-ils été évacués, mais en tout cas en nombre très limité, car ils ont pu échapper à la recherche souvent répétée. Nonobstant, l'anémie a eu une marche progressive et les convulsions épileptiques ont persisté jusqu'à la mort.

Ce cas parle donc aussi en faveur de l'action toxique exercée par les ankylostomes, action qui a été nettement mise en évidence chez l'homme.

25 nov. 1898.

LA PARABIOSE CHEZ LES FOURMIS

par M. le Dr Auguste FOREL

Il s'agit du fait suivant observé pour la première fois par moi-même dans les forêts de Colombie, au printemps 1896, dans le voyage que j'y fis avec M. le prof. Bugnion.

J'observai souvent, d'abord aux environs de Santa-Martha, deux espèces de fourmis de genres et même de sous-familles différents, un *Dolichoderus* et un *Cremastogaster*, tous deux d'un noir luisant, le premier beaucoup plus grand, surtout plus large que le second, et de forme très différente, courant fort ordinairement en files communes, tant sur la terre que sur les arbres et sur la broussaille, en paix parfaite. Les files étaient très longues et serrées, de sorte que les fourmis se rencontraient et se coudoyaient à tout moment.

Les deux espèces allaient fourrager sur les arbustes, les *Cremastogaster* recherchaient surtout des pucerons ou des coccides, les *Dolichoderus* plutôt des sucs de plantes. Aussi, vers leurs extrémités, les files se divisaient-elles, chaque espèce allant à son but spécial. Je finis par découvrir sur le tronc d'un manguier un gros nid de termites qui avait été conquis par les deux espèces de fourmis en question, et leur servait d'habitation commune d'une façon inconnue jusqu'aujourd'hui. Le moment était particulièrement favorable, chaque espèce ayant ses sexes ailés et ses nymphes dans le nid. Ce dernier était habité tel que les termites l'avaient fait, sans aucune adjonction. Nulle part il n'y avait *mélange* des deux espèces de fourmis. Quelques coins du nid étaient encore habités par les termites.

Mais les cases et galeries étaient presque partout occupées, soit par des *Cremastogaster* avec leurs femelles, mâles et nymphes, soit par des *Dolichoderus*, avec leurs femelles, mâles et nymphes. Chaque espèce avait donc son ménage à part, au contraire de ce qui se passe dans les fourmilières mixtes de nos *Polyergus* et *Formica*, chez lesquelles la vie est en commun.

Mais toutes les cases et galeries occupées par l'une des deux espèces avaient un libre accès dans celles occupées par l'autre

espèce, et, comme à plaisir, les appartements de chacune s'entrelaçaient avec ceux de l'autre. Au lieu d'avoir pris, l'une une moitié du nid, l'autre l'autre, elles s'entrecroisaient d'un bout à l'autre, si bien que pas un morceau de nid gros comme un œuf ne contenait l'une des espèces seule. Le nid entier avait bien 4 à 5 décimètres de diamètre. Donc le cas est tout autre que celui de nos nids doubles ou composés d'Europe, où deux ou plusieurs espèces *ennemies* entrelacent bien en partie leurs galeries, mais sans les faire communiquer.

Il s'agit ici d'une association pacifique pour le logement et les files qui vont fourrager, mais sans mélange ni ménage commun, c'est-à-dire d'une vie *indépendante* de deux espèces à côté l'une de l'autre. De là le nom de Parabiose que j'ai cru pouvoir appliquer à ce genre d'association. Du reste, l'association en parabiose de ces deux espèces, quoique très fréquente, n'est pas constante. J'ai aussi trouvé des nids de chaque espèce isolée sans que l'autre y fût.

La nature semble produire parfois des associations analogues, telle, par exemple, celle de la corneille ordinaire avec la corneille mantelée *(Corvus cornix* et *Corvus corone)*, tant chez nous que dans le Nord, où c'est la mantelée qui domine, mais ici la parabiose est bien moins accentuée et se borne au vol et aux attroupements communs.

La biologie des fourmis est riche en associations singulières de nature très diverse. Je veux indiquer sommairement les principales pour comparaison.

Symbiose. — Dépendance vitale mutuelle absolue de deux espèces organiques. Le plus beau cas — le seul qui soit peut-être absolument irréfutable — est celui des *Attini* ou fourmis jardinières du Brésil et de leur champignon : *Rhozites gongylophora* Möller. Möller a clairement prouvé que ces fourmis, qui se nourrissent exclusivement du champignon, ne peuvent vivre sans lui, et que le champignon ne peut exister actuellement que par la culture à laquelle le soumet la fourmi. Celle-ci va couper les feuilles des arbres pour en faire dans son nid une bouillie sur laquelle elle cultive nuit et jour le *Rhozites,* coupant tous ses mycelium et lui faisant produire des tubercules spéciaux (les choux-raves des fourmis, de Möller). J'ai observé moi-même un grand nombre d'*Attini* avec leurs jardins de champignons, en Colombie, et j'en ai découvert qui étaient inconnus.

Ihering a prouvé récemment que les femelles fécondes d'*Atta*

emportent avec elles dans leur hypopharynx (sac buccal) une boulette de jardin de champignon qui leur sert — comme je l'avais présumé — à fonder le germe du jardin de champignons en même temps que la nouvelle fourmilière.

Le groupe des *Attini* dérive morphologiquement de celui des *Dacetii* (Cryptocérides), ce que j'ai déjà prouvé en 1884 dans le Bulletin de la Société vaudoise des sciences naturelles. Les Dacetii (Strumigenys) sont cosmopolites, tandis que les *Attini* sont exclusivement néotropiques. Les *Attini* inférieurs *(Cyphomyrmex)* sont très rapprochés des *Dacetii* américains, en particulier des *Ceratobasis*, etc.

J'avais fait cette constatation purement morphologique et j'en ai conclu plus tard à ce que les Atta étaient des dérivés des Dacetii par les Cyphomyrmex. Sur ces entrefaites, les recherches biologiques de Mœller sont venues y ajouter une concordance phylogénétique tout à fait remarquable, par la biologie : les genres des *Attini* qui touchent aux *Dacetii*, et doivent donc par là être les plus anciens, sont aussi ceux chez lesquels l'instinct du jardinage des champignons est le plus rudimentaire. Ils ne vont pas couper les feuilles des arbres, mais entassent seulement quelques excréments de chenilles, grains de manioc, etc., et cultivent là-dessus assez imparfaitement un champignon à choux-raves encore mal développés. On est en droit de croire que la grande taille des *Atta* est due à l'instinct de couper des feuilles, ce qui leur a fourni d'immenses ressources de nutrition.

Les autres cas de symbiose, même celui de l'*Azteca Mülleri* et de son arbre *(Cecropia)* qui la loge, la nourrit et qu'elle protège ne sont pas absolus. Le *Cecropia*, au moins, peut vivre sans l'*Azteca*.

Les cas de symbiose incomplète, où l'une des espèces seulement dépend entièrement de l'autre, se rapprochent plutôt du groupe suivant :

Symphilie. — La Symphilie (Wasmann) représente le cas où deux expèces se rendent des services mutuels, sans dépendre absolument l'une de l'autre, ou l'une seule dépendant de l'autre. C'est le cas de certains petits coléoptères qui vivent chez les fourmis, se font nourrir et soigner par elles, ainsi que leurs larves, mais sécrètent de leur côté, par des touffes de poils, une substance dont les fourmis sont très friandes. Les fourmis, cependant, font bien plus pour le coléoptère que celui-ci ne fait pour elles, et leurs fourmilières en souffrent. Mais Escherich a

eu tort en concluant tout récemment que c'est tout bonnement du parasitisme ; on n'a pas le droit de trop étendre les notions ; il faut au contraire les analyser et les spécifier pour y mettre de l'ordre.

Myrmécophilie. — Wasmann réserve ce nom au cas où le coléoptère ou autre insecte commensal des fourmis est ignoré ou supporté de celles-ci. C'est lui seul qui recherche les fourmis, soit comme simple vidangeur de leur nid, soit même comme perfide larron qui leur ravit leurs larves pour s'en nourrir *(Dinarda,* etc.).

La petite fourmi, *Formicoxenus nitidulus* Nyl., qui vit dans les nids de notre grande fourmi fauve des bois sans être remarquée par cette dernière, et sans lui faire de tort, peut être considérée comme myrmécophile.

Brigandage ou *Myrmécophagie.* — Certaines très petites fourmis (nids composés des *Solenopsis*) vivent dans les parois des nids des grandes espèces, dont elles dévalisent les couvées et dont elles sont les ennemies mortelles. Dès que les deux espèces se rencontrent, il y a combat à mort. D'autres insectes, coléoptères, araignées, etc., se comportent de même, grâce à leur agilité *(Myrmedonia,* etc.).

Esclavagisme. — Certaines fourmis ravissent les nymphes d'espèces plus faibles et les laissent éclore chez elles ; ces dernières y éclosent et, par instinct, travaillent à soigner leurs ravisseurs et la couvée de ces derniers (Huber). L'une d'elles *(Polyergus)* devient même dépendante de ses esclaves au point de ne plus pouvoir manger ni travailler elle-même.

Parasitisme social. — La femelle fécondée du *Strongylognathus testaceus,* petite fourmi de Suisse, sait se faire accepter par une espèce travailleuse, le *Tetramorium caespitum,* qui la nourrit et soigne sa couvée à côté de celle de sa propre femelle. Les Tetramorium n'élèvent alors que les ouvrières de leur propre espèce, tandis qu'ils élèvent les femelles et mâles (plus petits) du *Strongylognatus,* qui leur fait ainsi grand tort. Mais le Tetramorium soigne ce parasite de son bon plaisir, par instinct dévoyé.

L'*Anergates atratulus* va plus loin, car sa femelle fait disparaître celle des *Tetramorium,* qui la prennent en lieu et place de leur propre mère et la soignent ainsi que sa couvée.

Parasitisme vrai ou individuel. — C'est celui où le parasite, comme nos poux ou helminthes, vit aux dépens du corps même

de la fourmi. Tels sont des *Acariens*, des *Mermis*, etc., — même des *Eucharis*, qui déposent leurs œufs dans des larves de fourmis.

On peut encore signaler le cas de certains insectes (larves de Cétoines, par exemple) qui vivent dans les nids des fourmis, dont elles mangent les détritus sans leur faire de tort, et qui échappent aux morsures des fourmis par leur peau glissante ou couverte de poils raides ou encore par leurs mouvements agiles.

Enfin le mimétisme doit être cité comme favorisant la myrmécophagie de certaines araignées, etc., ou protégeant certaines espèces faibles qui se joignent aux files d'espèces plus guerrières, ainsi que M. Emery l'a montré pour le *Camponotus lateralis* et le *Cremastogaster scutellaris* et que je l'ai indiqué pour le *Camponotus imitator* et l'*Aphœnagaster Swammerdami* de Madagascar. Mais ici, il faut être prudent dans ses conclusions, car j'ai vu aussi la forme toute noire du *Camp. lateralis* suivre les files du *Cremastogaster scutellaris*, et ces deux espèces ne vivent pas en paix, comme celles de notre cas de parabiose, mais se battent à l'occasion.

LES PROGRÈS ET LE DÉVELOPPEMENT
de l'Industrie des Matières colorantes artificielles

Leçon prononcée en séance publique
devant le Conseil de la Faculté des sciences le 10 novembre 1898,

PAR LE

Dr L. PELET,

privat-docent à l'Université de Lausanne.

Monsieur le Doyen,
Messieurs les Professeurs,
Messieurs les Etudiants,
Mesdames, Messieurs,

L'industrie des matières colorantes artificielles a été, pendant la deuxième moitié du XIXe siècle, l'un des champs d'activité les plus vastes et les plus féconds du domaine de la chimie organique; nous essayerons, dans ces quelques minutes, de faire ressortir les causes de ce puissant développement.

Toutes les matières colorantes artificielles sont aujourd'hui extraites par des transformations successives du goudron de houille, et ce produit, qui n'était, au commencement du siècle, qu'un résidu encombrant de l'industrie du gaz d'éclairage, est devenu, d'années en années, plus important. Il sert de point de départ, de matière première, à un grand nombre d'industries. De lui nous tirons les matières colorantes, aux tons riches, qui font la joie et le caprice de la mode, les parfums les plus délicats et les plus exquis, les médicaments synthétiques qui remplacent les drogues naturelles de l'ancienne pharmacie, les explosifs aux effets puissants.

Parmi ces branches si diverses de l'industrie, celle des matières colorantes est la plus importante; elle a débuté, elle a frayé la voie; maintenant encore, elle marche à l'avant; c'est par elle que le goudron s'est fait connaître et qu'il a acquis sa renommée.

Du goudron on extrait, par distillation, le benzène, le toluène,

le naphtalène et l'anthracène, et chaque année il ne faut pas moins de 10 000 000 de kg. de benzène et de toluène pour servir à la préparation des anilines et de leurs dérivés, dont les plus anciennes matières colorantes artificielles sont les produits d'oxydation et de condensation.

La première question que nous poserons est celle de l'origine de l'industrie qui nous occupe; de quel moment date-t-elle? Quels furent ses commencements?

C'est de 1843, à partir des travaux de Hoffmann sur l'aniline et le benzène. Ces travaux relièrent de la façon la plus simple les travaux antérieurs en montrant que le kyanol de Runge, l'aniline de Fritzsche et le benzidam de Zinin, étaient une seule et même substance, et c'est depuis les observations de Hoffmann que furent découvertes les premières couleurs d'aniline, la mauvéine de Perkin, la fuchsine, et leur application à la teinture.

D'ailleurs Hoffmann occupe une situation exceptionnelle dans le monde scientifique et industriel. Elève de Liebig, il est à cette époque professeur à Londres et toutes les fabriques anglaises lui ouvrent leurs portes, toutes les fabriques françaises le consultent et lui soumettent les cas difficiles et plusieurs de ses travaux les plus remarqués ont pour origine les études qui lui furent suggérées et demandées par la fabrique de MM. Renard frères, à Lyon.

La situation exceptionnelle de Hoffmann, son esprit scientifique, les belles recherches des chimistes techniciens ses collaborateurs de tous pays, l'entente entre les savants et les industriels, sont les causes premières des travaux féconds qui ont bouleversé d'abord et vivifié ensuite l'étude de la chimie organique, spécialement celle des applications industrielles.

C'est donc à juste titre que les travaux de Hoffmann peuvent servir de point de départ à l'industrie qui fera l'objet de notre étude. Il est vrai qu'à ce moment l'on connaissait déjà, depuis 1738, l'acide picrique, dont les propriétés tinctoriales furent utilisées dès 1845. Mais nous ne pouvons considérer cette application industrielle que comme un fait isolé sans influence sur l'industrie des matières colorantes, préparant seulement la voie aux découvertes subséquentes.

L'acide rosolique est lui aussi le plus ancien en date des colorants du goudron; il fut découvert par Runge en 1834, mais Runge n'a pas mis ses découvertes dans la pratique, jamais il

n'a pensé en faire l'objet d'une exploitation industrielle; c'est ainsi qu'il connaissait et qu'il signalait la tendance de l'aniline à donner des réactions colorées, mais ces indications furent négligées et considérées comme sans importance; l'heure n'était pas encore venue.

Lorsque les recherches de Hoffmann seront connues et comprises et qu'elles seront complétées par les travaux de Mansfield sur la distillation des benzines, l'heure est là.

La première matière colorante artificielle qui joua un rôle marqué dans l'industrie, qui commença la lutte en essayant de se substituer aux matières colorantes naturelles, fut la mauvéine de Perkin, découverte en 1856.

Perkin, élève de Hoffmann, observe qu'en ajoutant du chromate de potassium à une solution de sulfate d'aniline il se forme un précipité noir foncé. Perkin étudie ce précipité et en obtient une magnifique solution alcoolique violette. L'esprit pratique de Perkin complète sa découverte par des essais de teinture en petit d'abord, puis en grand; les écheveaux de soie en ressortent teints en beau violet avec des reflets pourprés. En 1857, Perkin crée la première fabrique de colorants artificiels.

Le succès de Perkin fut rapide et complet et plusieurs fabriques furent montées en France en vue de la préparation du nouveau produit.

La mode et le marché étaient préparés à l'apparition de la nouvelle matière colorante par l'utilisation de l'acide picrique dans la teinture, par la fixation de l'orseille sur les tissus par Mornas de Lyon, par la fabrication de la murexide ou pourpre romaine de Schlumberger, applications qui toutes ne devaient d'ailleurs fournir qu'une carrière aussi courte que brillante, effacées et dépassées qu'elles seront par le violet de Perkin et par la fuchsine.

La beauté et la solidité de la mauvéine de Perkin, comparées aux colorants connus jusqu'alors, ainsi que son éclatant succès, provoquèrent des recherches nouvelles. On essaie de nouveaux procédés de fabrication, on cherche à produire les couleurs directement sur le tissu, on étudie l'aniline, la quinoléine du goudron, la naphtylamine, le phénol, et l'on trouve enfin, par oxydation et condensation de l'aniline, un nouveau colorant, plus beau encore que la mauvéine, c'est le rouge d'aniline ou fuchsine.

De toutes les couleurs du goudron, aucune n'a été plus popu-

laire que la fuchsine, et bien qu'elle ne soit plus guère utilisée directement, elle mérite à juste titre sa réputation, grâce aux importantes recherches dont elle fut l'objet.

Signalée en 1856 par Nathanson comme produit accessoire de l'action de l'aniline sur le chlorure d'éthylène, elle l'est aussi deux ans plus tard par Hoffmann, qui observe la même formation dans la réaction de l'aniline sur le tétrachlorure de carbone; mais si ce chimiste insiste sur les propriétés colorantes du nouveau produit, il ne va pas au delà, il ne songe pas à son utilisation immédiate.

Ce n'est qu'en 1859, qu'Emmanuel Verguin, chimiste lyonnais, découvrit que l'aniline traitée par la perchlorure d'étain anhydre donnait naissance à une magnifique matière colorante rouge. Doué d'un esprit pratique et placé dans un centre tinctorial de premier ordre, il sut comprendre l'importance industrielle de sa découverte. Il la céda à MM. Renard frères, à Lyon, qui prirent, le 8 avril 1859, le brevet pour la préparation et les applications de la fuchsine.

Le succès de la fuchsine fut instantané, plus grand encore que celui du violet de Perkin; rien de semblable ne s'était vu jusqu'alors.

Les autres couleurs sont délaissées; elles paraissent pâles à côté de celle qui, par sa nouveauté et par sa beauté, attire et captive l'attention. Son feu, son éclat, font oublier sa fugacité. Qu'importe aux dames qu'une couleur passe, pourvu qu'elle soit nouvelle et qu'elle habille bien.

Dans les premiers temps, on produit la fuchsine en masse, on n'avait qu'à fondre et à expédier la cuite brute; elle se vendait alors 1500 fr. le kg.

Bientôt cependant les fabricants entreprennent de purifier le produit; on trouve que, comme l'indigo, il peut être précipité de ses solutions par le sel de cuisine. Plus tard, on en séparera les produits accessoires jaunâtres ou marrons, que l'on décorera des noms les plus fantaisistes, comme si l'on avait affaire à des couleurs essentiellement différentes.

Pendant ce temps, on brevète tous les sels métalliques qui peuvent oxyder l'aniline; on fond avec l'iode, avec l'acide azotique, les chlorures, les bromures, les iodures, etc. Tous se croient des inventeurs; chacun rêve de richesses et d'honneurs; la fièvre de l'or sévit et, bientôt après, son compagnon inévitable: le procès.

C'est ainsi qu'en 1860, Henry Medlock trouve le procédé à l'acide arsénique; son brevet anglais contenait une légère erreur, d'autres fabricants anglais, ses concurrents, font opposition à cette prise de brevet, un procès s'ensuit et finalement le monopole de la fuchsine en Angleterre tombe, sa fabrication entre dans le domaine public. En France, c'est le contraire, grâce à la très grande protection accordée par la loi française aux brevets d'invention, le brevet de Renard seul est valable, et Gerber-Keller est obligé de quitter la France pour exploiter son procédé au nitrate mercurique; il transporte sa fabrique à Bâle: c'est l'origine de l'industrie suisse des matières colorantes; dès lors, la fabrication suisse n'a fait que prospérer.

Une trop grande protection des lois nuit d'ailleurs aux possesseurs du brevet; ils fabriquent sans soins et vendent très cher un produit dont la teneur est de 15 % de fuchsine; au contraire, tous les contrefacteurs dans une lutte honorable vendent un produit purifié et meilleur marché.

*
* *

Dès 1860 nous verrons l'industrie de la fuchsine se développer; de cette matière colorante, on obtiendra une série de matières dérivées meilleures et plus solides dans leur emploi.

Ce sont d'abord Girard et de Laire qui trouvent, en cuisant la fuchsine avec l'aniline et ses dérivés, une série de couleurs bleu-violettes, solubles dans l'alcool, plus solides à la lumière que l'indigo.

De l'acide rosolique chauffé sous pression avec l'ammoniaque, Persoz obtient la pæonine, et cette dernière, chauffée avec l'aniline, produit le magnifique bleu d'azuline.

En 1861, dans son rapport sur l'Exposition de Londres, Hoffmann montre que la fuchsine n'est qu'un sel coloré d'une base incolore, la rosaniline; il en décrit les sels neutres rouges et les sels acides jaunes.

En 1863, Hoffmann ayant remarqué que l'aniline du benzène pur ne donnait pas de fuchsine à l'oxydation, il chercha à expliquer ce fait. Nicholson, ancien élève de Hoffmann et industriel anglais, avait été amené par la pratique à soupçonner que l'aniline n'était pas l'agent actif de la production du rouge; il fait tenir à son maître plusieurs variétés d'aniline bouillant à diverses températures (182 et 182 à 220°).

Hoffmann constata que seule l'aniline impure produisait la

fuchsine et il se demanda si cette impureté était due à la présence d'une base analogue à l'aniline ou à un homologue ou à un dérivé isomère de la benzine.

Pour la première fois, peu avant la théorie de Kekulé, nous voyons se poser dans l'industrie les questions d'isomérie et d'analogie qui ont eu dans la suite un intérêt si capital. Hoffmann soupçonne dans l'aniline impure la présence de la toluidine; il en prépare au moyen du Baume de Tolu et constate que la toluidine oxydée ne donne rien. Une nouvelle expérience donne la clef de l'énigme : un mélange d'aniline et de toluidine pure oxydées donne la parafuchsine.

On extrait alors la toluidine de l'aniline commerciale et du même coup on se procure l'exactitude de la formule qu'Hoffmann avait assignée à la fuchsine : $C^{20}H^{19}Az^{300}$, dont les 20 atomes de carbone s'expliquent de la façon la plus complète, puisque 6 atomes de carbone de l'aniline et 2 fois 7 atomes de C de la toluidine donnent 20.

La genèse de la fuchsine était expliquée. Il est résulté de ces travaux que l'on comprit la part des constituants dans chaque cas et la nécessité de les isoler, aussi bien dans la préparation des colorants que dans la distillation des benzines.

Dès lors, on pouvait appliquer à ces corps les méthodes de synthèse générale, déterminer leurs formules de constitution, obligé qu'on était de préparer la couleur pure. On pouvait faire un travail basé sur des lois scientifiques.

En 1864, Hoffmann se demande ce que produirait l'introduction des radicaux alcooliques dans la molécule de la fuchsine; il essaie avec les iodures d'alkyles et obtient les violets à l'iode qui ont fourni à l'industrie une gamme de couleurs d'une beauté inconnue allant du violet rouge au violet le plus bleuté.

Nicholson essaie, malgré le scepticisme des praticiens de l'ancienne école, de préparer les violets à l'iode industriellement, et il réussit. Les préventions que les industriels nourrissaient à l'endroit des méthodes scientifiques tombent en voyant un industriel triompher de toutes les difficultés pratiques qu'il y avait à transformer de pures méthodes de laboratoire en procédés techniques. Les appareils sont transformés non sans difficulté et le digesteur de Frankland devient le début de l'autoclave.

Nous avons signalé le magnifique violet obtenu par Girard et de Laire en 1861. Hoffmann reprend cette question, élucide le mécanisme de la réaction et, en juin 1863, il annonce que l'on

a à faire à de la rosaniline triphénylée. Ainsi l'industrie employait depuis longtemps une méthode de phénylation vainement cherchée par les savants. On avait tenté de la réaliser avec les chlorures, bromures ou iodures de phényles sans réussir. Cherchant ainsi des réactions analogues à celles des chlorures, bromures et iodures d'alkyles, l'on découvrait enfin que l'aniline seul était l'agent actif. Ces travaux de Hoffmann sortent à jamais la chimie des matières colorantes de l'empirisme; ils font voir combien les résultats de recherches patientes portent de fruits lorsqu'ils sont une fois groupés et reliés avec méthode.

Le progrès ne devait plus discontinuer. Pour débrouiller leur constitution, Hoffmann soumet à la distillation sèche les rosanilines substituées. De la rosaniline, il obtient l'aniline du violet d'éthyle, l'éthylaniline. Girard extrait des rosanilines phénylées la phénylamine et la diphénylamine, que l'on avait vainement cherchées jusqu'alors. Girard et Hoffmann obtiennent du bleu d'aniline la tolylediphénylamine, et Girard et de Laire préparent, deux ans après, la diphénylamine en grand.

En 1867, le violet à l'iode valait 200 fr. le kilogramme; il était nécessaire de chercher un procédé de préparation plus économique. Berthelot avait montré en 1852 qu'en chauffant le chlorure d'ammonium avec l'alcool méthylique à 300° il se forme de la méthylamine. Cette indication scientifique conduisit Bardy. chimiste chez Poirrier, à l'heureuse idée de remplacer le radical ammonium par l'aniline. L'aniline se transforme aussi en diméthylaniline. Les méthodes d'alcoyler se généralisent et c'est à elles que sont dues les matières colorantes découvertes plus tard, la chrysophénine, l'orange Congo, le jaune diamine, la thioflavine, la rhodamine, etc.

Bientôt on découvre, dans les eaux mères du violet à l'iode, le vert à l'iode.

A l'Exposition de Paris de 1867, les colorants dérivés de la fuchsine ont le plus d'importance, mais le violet de Paris préparé avec la diméthylaniline vient de paraître, et bientôt on en dérivera, au moyen du chlorure de méthyle, le vert de méthyle.

A la seconde exposition de Paris de 1878, le triomphe des couleurs violettes et vertes préparées avec la diméthylaniline est définitif. A la fuchsine reste surtout le dérivé phénylé bleu dont la fabrication au moyen d'aniline pure a atteint un haut degré de perfection.

Jusqu'ici les procédés de préparation des matières colorantes

artificielles ne constituaient pas des synthèses. La constitution d'aucune d'entre elles n'était connue avec certitude, bien que les spéculations théoriques n'eussent pas manqué.

Les études scientifiques dans ce domaine restaient essentiellement descriptives. Mais sous l'influence des idées de Kékulé, les travaux de la chimie organique allaient s'emparer de cette question épineuse. Après avoir élucidé les questions les plus simples et comme le prévoyait déjà Bayer en 1860, la tâche de la chimie organique était de fixer la place de chaque atome dans la molécule des matières colorantes et de permettre de constituer et de placer les groupes comme on le désirait.

Ainsi en peu d'années la lumière avait percé, se répandant sur la nouvelle industrie. La recherche scientifique avait conquis droit de cité dans les usines de matières colorantes.

L'année suivante, la théorie de Kekulé vint dissiper les dernières ombres. Désormais la formation de nouvelles couleurs de la série aromatique peut être prévue et réalisée méthodiquement.

* * *

Mais il est temps de faire un retour dans le domaine de la chimie organique théorique et de chercher l'influence que cette partie de la science a exercée sur le développement des matières colorantes artificielles.

Nous savons tous que dans la première partie du siècle l'étude de la chimie inorganique était seule entreprise d'une façon rationnelle. Chaque pas en avant dans ce domaine se trouvait être la suite logique des faits précédemment acquis; les découvertes se liaient facilement les unes aux autres.

La chimie organique, au contraire, était dans l'enfance; les observations nouvelles se faisaient comme au hasard, restaient sans lien avec les faits connus; elles étaient indépendantes les unes des autres et ne se reliaient que difficilement aux idées reçues.

Les travaux de Liebig, Dumas, etc., soulèvent une foule de questions, préparent une série de découvertes et dans les luttes mémorables de cette époque entre Dumas et Berzélius les points de vue de la chimie organique sont transformés. La théorie des types et des substitutions remplaça la théorie électro-chimique.

Les découvertes et les travaux se succèdent, un grand nombre de faits sont accumulés et bientôt la théorie des types elle-même

est insuffisante pour tout expliquer. En 1868, cette théorie est reléguée au deuxième plan et les formules des corps sont représentées telles qu'elles le sont encore aujourd'hui.

Parmi les nouveaux composés de la chimie organique, un grand nombre possédaient la même composition centésimale et étaient doués de propriétés différentes. Ce sont ce que nous appelons encore aujourd'hui des isomères.

Ceux-ci étaient un embarras considérable avec les théories en cours; ils en démontraient l'insuffisance et nombreux furent les essais de classification pour déterminer leur place par rapport aux autres composés. C'est un de ces essais de classification, un essai hardi dû à Kekulé, en 1865, qui donna la clef des obscurités momentanées et qui ouvrit la voie à la chimie synthétique, en permettant d'expliquer, d'une façon nette et précise, la constitution des corps.

Kekulé admit que le benzène était formé de six groupes methines (CH), équivalents entre eux.

Cette hypothèse expliqua et permit de classer tous les dérivés du benzène, de plus en plus nombreux, et dont le nombre augmente chaque jour. La théorie de Kekulé devint le point de départ d'une foule de nouvelles recherches qui toutes sont venues en confirmer l'exactitude essentielle. Elle a précisé nos conceptions en donnant la clef des isomères, jusqu'alors inexpliqués, en provoquant le contrôle des résultats qu'elle prévoyait, en ordonnant en séries correspondantes tous les produits de substitution du benzène.

Une nuée de chimistes se sont alors attachés à la solution des problèmes de position et de structure; il fallut pour cela agrandir les laboratoires, devenus trop étroits. Leurs travaux ont comblé les lacunes laissées par leurs devanciers en révélant les liens intimes du benzène avec les matières colorantes, en montrant que ces dernières peuvent être soumises aux lois générales de synthèse et de dérivation des corps aromatiques. La théorie pénètre dans la chair et le sang de la pratique et l'œuvre porte ses fruits.

Les limites de cette étude ne nous permettent pas de développer aussi complètement que nous désirerions le faire toutes ces découvertes.

Ce fut tout d'abord la constitution des hydrocarbures simples, homologues du benzène, qui fut étudiée. Puis vinrent les produits chlorés, les phénols, les acides, etc.

Fittig et Beilstein, par exemple, montrent comment les trois diméthylbenzènes possibles diffèrent de l'éthylbenzène. On distingue l'action du chlore à froid ou à chaud sur les hydrocarbures benzéniques et l'on constate que le chlore à froid remplace un atome d'hydrogène du noyau benzénique, tandis qu'à chaud il substitue l'hydrogène du groupe alkyle.

De façon à obtenir, suivant le cas

$C^6H^4\,Cl\,CH_3$. ou $C^6H^4 . CH_3\,Cl$.

Toluol chloré. Chlorure de benzyle.

De la même façon fut expliquée la différence entre les phénols et les alcools, différence entre :

Par exemple le (1)

$$\frac{.\ OH}{.\ CH_3} \quad \text{et} \quad \frac{.\ CH_2\,OH}{.\ .}$$

Métaméthylphénol. Alcool benzylique.

et Kœrner, en 1868, montre que les produits d'oxydation de ces deux composés diffèrent totalement. Les éthers du métaméthylphénol se transforment, par oxydation, en acide alkyloxybenzoïque

$$\frac{.\ OR}{.\ CH_3} \qquad \frac{.\ OR}{.\ COOH}$$

tandis que l'alcool benzylique se transforme en aldéhyde, puis en acide benzoïque

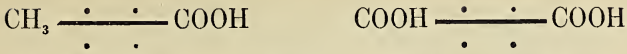
$$\frac{.\ CH^2OH}{.\ .} \qquad \frac{.\ CHO}{.\ .} \qquad \frac{.\ COOH}{.\ .}$$

Kekulé fait voir comment cette oxydation se poursuit dans les hydrocarbures aromatiques et transforme le paraxylène

$$CH_3 \frac{.\ .}{.\ .} CH_3$$

successivement en

(1) Afin de faciliter le travail de composition, nous représentons le noyau benzénique par le signe $\frac{.\ .}{.\ .}$.



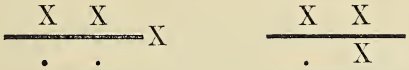
Acide toluilique et en Acide téréphtalique.

Ainsi les nombreux isomères qui, auparavant, gênaient cette étude par leur grand nombre, sont casés tour à tour.

Une belle et originale pensée de Kœrner apporte la solution complète du problème et permet sa généralisation. En partant des dérivés disubstitués

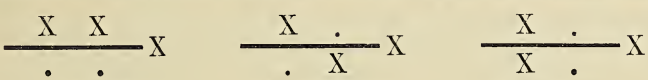
Ortho Méta. Para.

il montre que par remplacement d'un atome de H. de l'ortho on obtient toujours et seulement les tridérivés vicinaux et asymétriques,



Vicinal. Asymétrique.

du méta les tridérivés vicinaux, asymétriques et symétri ues,



Vicinal. Asymétrique. Symétrique.

du péra le tridérivé asymétrique seul.

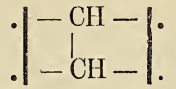
Asymétrique.

Avant que cette méthode eût vu le our, on avait commis un grand nombre d'erreurs dans la détermination relative des substituants; on admettait que l'hydroquinone était un dérivé ortho, et, lorsqu'au congrès de Wiesbaden, Græbe exposait ses recherches, par lesquelles l'hydroquinone et la quinone étaient en position para, on n'admit sa démonstration qu'avec une grande peine.

Un groupe de recherches importantes qui fut entrepris de différents côtés fut celui des hydrocarbures aromatiques comqliqués.

Erlenmeyer et Græbe élucident la constitution du naphtalène, Græbe et Liebermann étudient l'anthracène et lui attribuent la

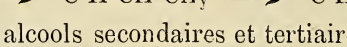
formule $C^{14}H^{10}$, formée de deux radicaux benzéniques reliés par deux groupes CH en position ortho.



Ces travaux sont suivis de ceux de Kékulé, Franchimont, Bæyer, Caro, Picard, sur l'anthraquinone, l'alizarine, la chinizarine, la purpurine, préparant ainsi les éléments de la synthèse de l'alizarine.

Les méthodes de synthèse se généralisent et les réactions qu'elles utilisent trouvent emploi pour tous les composés homologues et toutes les réactions analogues.

Les recherches de Pelouze, Kolbe, Frankland et Wurtz rendent possible le passage d'un groupe alcool à l'alcool supérieur, au moyen du nitrile.



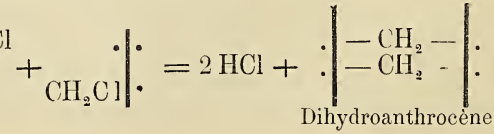
$$C^6H^5CH_3OH \longrightarrow C^6H^5CH^2CA_y \longrightarrow C^6H^5CH_3COOH.$$

La synthèse des alcools secondaires et tertiaires, la formation des phénols, en partant de l'hydrocarbure, par Dusart, Kekulé et Wurtz ; celle des acides, par l'éther acétacétique et par l'aldéhyde et ses combinaisons; la réaction de Friedel et Crafts, sont bientôt employées journellement et rendront des services signalés à la science et à l'industrie, car de toutes les méthodes, celle qui conduit le mieux et le plus rapidement au résultat, c'est la synthèse. Elle seule permet de déterminer la vraie nature des combinaisons organiques, bien mieux que l'analyse, qui est cependant nécessaire, mais ne suffit pas et n'a pas une portée aussi grande.

Parmi ces synthèses remarquables, citons celles de Berthelot, qui datent de 1860, et préparent, à partir des éléments, les composés les plus simples de la chimie organique.

Elle fut suivie par une série de synthèses qui illustrèrent la chimie organique et qui, au point de vue pratique, ont été d'une utilité immense sur le développement de la chimie des matières colorantes.

Citons, comme seul exemple, celle de l'anthracène par Limpricht, en 1886 :



Dihydroanthrocène

A part les recherches de Hoffmann, de 1857-66, qui sont, comme nous l'avons indiqué, des recherches plutôt descriptives, tous les travaux ultérieurs de l'industrie des matières colorantes ont leur base et leur appui, leur justification et la cause de leur réussite dans les seuls progrès de la chimie organique.

Telles sont les recherches de E. et O. Fischer sur la pararosaniline et la rosaniline ; de Rosenstiehl sur la toluidine et la rosaniline; de O. Fischer et Dœbner sur l'huile d'amandes amères et le trichlorure de benzène, dont ils extraient une matière colorante verte; de Bæyer, sur l'acide phtalique et qui découvre par de seules vues théoriques la série des phtaléines auxquelles appartiennent la fluorescéine, l'éosine l'erythrosine et auxquelles sont venus s'ajouter la rhodamine et ses dérivés.

Griess et Witt étudient les azodérivés simples, et c'est de cette étude, des réactions types qu'elle a fait connaître, que plus tard sortiront les matières colorantes azoïques.

Le cadre de cette étude ne nous permet de faire sentir l'importance de ces travaux que pour quelques groupes de matières colorantes seulement.

Nous choisirons comme premier exemple l'indigo, pour lequel les travaux de science pure sont arrivés à chef sans pouvoir produire l'indigo artificiel meilleur marché que l'indigo naturel et remplacer ce dernier.

Laurent et Erdmann en 1841 obtinrent l'isatine par oxydation ménagée de l'indigo.

En 1865, Bæyer et ses élèves publièrent sur le groupe indigotique leurs premiers travaux, qui devaient aboutir aux remarquables synthèses qu'ils réalisèrent après quinze ans de patientes recherches.

En 1865, le dioxindol et l'oxindol furent préparés par Bæyer et Knopp.

Bæyer et Emmerling obtinrent synthétiquement l'indol en 1869 par fusion de l'acide o-nitrocinnamique avec de la potasse et de la limaille de fer. L'année suivante, ils transforment l'isatine en indigotine par l'action du trichlorure de phosphore et du chlorure d'acétyle.

Une fois la formation des composés : indol, dioxindol, oxindol, isatine, indigo connue, ces recherches forment déjà les chaînons nécessaires pour conduire à la synthèse industrielle de l'indigo.

Kekulé considérait l'isatine comme l'anhydride interne de l'acide orthoamidophénylglyoxylique, l'oxindol et le dioxindol

comme les anhydrides internes des acides orthoamidophénylacétique et orthoamidophénylglycolique.

Ces vues se sont confirmées de 1878-79 par les travaux de Bæyer, Suida, Claisen et Shadwel.

Enfin Bæyer, en réduisant, puis oxydant le nitrosooxindol, le transforma en isatine qui, par réduction, lui donna un assez bon rendement en indigo mélangé de pourpre d'indigo.

En 1880, Bæyer réalise la première synthèse susceptible d'applications industrielles en chauffant l'acide o-nitrophénylpropiolique avec un alcali et un réducteur.

En 1890 Flimm, par fusion alcaline de la monobromacétanilide obtient le blanc d'indigo qui, par oxydation, donne le bleu. Les brevets se succèdent, la question est à l'étude de tous côtés, la solution est dans l'air. En 1892, à quelques jours d'intervalle, Heumann, Lepetit et Biedermann prennent des brevets La synthèse d'Heumann est remarquable au point de vue théorique ; il part du phénylglycocolle (acide phénylamidoacétique) et par fusion alcaline (KOH) il obtient l'indigo.

Dans cette synthèse comme dans les autres, on obtient un mélange des dérivés ortho et para, alors que le dérivé ortho seul possède les propriétés tinctoriales. S'il en avait été de l'indigo comme de l'alizarine, où la chance a permis de tomber du premier coup sur le dérivé ortho sans autre mélange, il y a longtemps que l'indigo artificiel serait sur le marché.

La synthèse de l'alizarine, au contraire de celle de l'indigo, fut rapide et réussit au premier essai.

En 1864, Martius et Griess avaient réussi, en soumettant le dinitropaphtol à une série de métamorphoses qui devaient prendre plus tard un grand intérêt, à préparer un corps que l'on croyait être un isomère de l'alizarine. C'était l'oxynaphtoquinone, qui donnait, comme l'alizarine, des laques colorées.

On supposa que l'alizarine était aussi une oxyquinone, et Græbe chercha quel était l'hydrocarbure générateur.

Græbe et Liebermann, élèves de Bæyer en 1868, chauffèrent l'alizarine avec la poudre de zinc et obtinrent l'anthracène. L'alizarine était donc une oxyquinone de l'anthracème.

La formule établie, ils nomment anthraquinone la quinone de l'anthracène et dioxyanthraquinone l'alizarine plus riche de deux groupes hydroxyles. Ils préparent la dibromoanthraquinone et par la plus heureuse des chances il sort de la fusion

alcaline la seule alizarine et non les deux autres isomères possibles. Ce n'est que plus tard que l'on comprit que les deux groupes hydroxyles en position vicinale donnent seuls les propriétés tinctoriales. Là aussi, la question était à l'étude de différents côtés, puisque Perkin dépose sa demande de brevet anglais un jour après Græbe et Liebermann.

Dès lors, les méthodes de production se perfectionnèrent, les acides anthraquinonesulfoniques remplaceront la dibromanthraquinone dans la fabrication de l'alizarine. Les composés voisins seront connus et déterminés ; tels l'anthrapurpurine et la flavopurpurine. En 1874, Lalande obtient la purpurine artificielle, et Strœbel, coloriste de Mulhouse, par action des vapeurs nitreuses sur la laque d'alumine et d'alizarine observe la formation d'un orange solide. Rosentiehl l'étudie et découvre la nitroalizarine. Ce sont ensuite le bleu et le vert d'alizarine qui viendront compléter la gamme, puis les dérivés polyhydroxylés de l'anthragallol.

En 1878, Prudhomme s'avise de chauffer un mélange de nitroalizarine, de glycérine et d'acide sulfurique à 200°. Il en retire un produit bleu teignant sur mordant en violet Græbe en réduisant ce dernier corps par la poudre de zinc obtient l'anthraquinoléine qui a les mêmes caractères par rapport à l'anthracène que la quinoléine avec le benzène.

Nous pourrions suivre dans tous les groupes de matières colorantes cette évolution des recherches théoriques en produits colorants et *vice-versa;* nous nous bornerons à citer la remarquable synthèse de la rosaniline, par E. et O. Fischer, prouvant ainsi l'exactitude de tous les travaux dont les dérivés de la fuchsine furent l'objet.

Ils partent du triphénylméthane

$$HC \equiv (C^6H^5)^3 + HA_z\,O^3 \longrightarrow \underset{\text{Trinitrotriphénylmethane}}{HC \equiv (C^6H^4\,A_z\,O^2)^3\ 1.4.}$$

$$HC \equiv C^6H^4A_z\,O^2 \quad \text{réduit donne le} \quad \underset{\text{Triamidotriphénylméthane ou Leucaniline.}}{HC \equiv (C^6H^4A_3\,H^2)\ 1.4}$$

$$H - C \equiv (C^6H^4A_z\,H^2)^3\ 1.4$$

oxydé produit la

$$\underset{\text{Pararosaniline.}}{HO - C \equiv (C^6H^4A_z\,H^2)\ 1.4}$$

dont les sels sont la fuchsine.

Ainsi nous voyons le benzène, le toluène, le naphtalène et l'anthracène devenir peu à peu les bases indispensables pour la synthèse de toutes les matières colorantes.

Les homologues supérieurs du benzène et du toluène sont encore laissés dans les benzines à dissolution. La méthode synthétique par transposition moléculaire offrant une voie plus facile pour la préparation de leurs amido-dérivés.

Dans ce mouvement continu qui a conduit de l'utilisation imparfaite des produits distillés du goudron mal séparés et impurs aux matériaux purs exempts de thiophène avec lesquels nous composons aujourd'hui l'édifice synthétique des matières colorantes, nous voyons pour la première fois le contact permanent de la science et de la pratique caractéristique de l'industrie du goudron. Suivant l'exemple de Nicholson et de Hoffmann, les savants et les industriels ont marché la main dans la main.

L'histoire de l'introduction de l'anthracène met bien en évidence l'influence des recherches des savants et surtout la confiance que ces travaux inspirent aux industriels. Jusqu'en 1869, l'anthracène était une substance rare et quand les promoteurs de l'alizarine artificielle se mirent à l'œuvre, il fallut chercher dans les fabriques de goudron les sources de la nouvelle matière première, enseigner aux distillateurs la nature et le traitement des huiles vertes d'anthracène semi-solides jusqu'alors employées au graissage, les moyens d'augmenter le rendement en poussant la distillation jusqu'au brai sec, de purifier mécaniquement les huiles d'anthracène, mettre enfin entre leurs mains une méthode d'analyse de l'anthracène très simple qui donnait aux producteurs comme aux consommateurs une base sûre d'estimation de la matière première. On pouvait douter de la réusite de l'alizarine artificielle, on ne pensait pas même trouver dans le goudron une quantité d'anthracène suffisante pour faire une concurrence sérieuse à la culture de la garance dont on récoltait chaque année 70 000 kg. représentant une valeur de 90 000 000 de francs.

On admettait que pour équivaloir à cette production, il faudrait des milliers de tonnes d'anthracène.

Peu après on reconnut que ces craintes n'étaient pas fondées et avec une teneur moyenne de 4 ‰ en anthracène pur, le goudron traité par les seuls distillateurs de l'Angleterre et de l'Ecosse devait couvrir les besoins du marché.

En fait l'alizarine artificielle a supplanté en peu d'années la

matière colorante de la garance; son prix est cinq fois moins élevé et à vues humaines l'anthracène ne lui manquera pas de longtemps.

Et lorsqu'il s'est agi de fabriquer industriellement les violets à l'iode, que les industriels entendirent pour la première fois parler de iodures de méthyle, d'amyle, de propyles, d'amines primaires, secondaires, tertiaires et d'ammoniums quaternaires! avait-on jamais entendu parler de cela dans les fabriques de produits chimiques, quel fabricant entreprendrait de préparer de semblables produits, risquerait son capital et sa production sur de semblables inventions. Un professeur seul pouvait nourrir de telles illusions; le iode hors de prix, le brome et le phosphore si dangereux et les tubes scellés par là-dessus, c'était une plaisanterie, et pourtant on se mit à l'œuvre. Les réactions de laboratoires devinrent les réactions de l'industrie, les appareils de verre furent remplacés par les appareils métalliques; il fallut chercher la fonte qui supporterait ces réactions; on est arrivé au but.

Les fabriques mettent à la disposition des chercheurs leurs produits et leurs sous-produits et ne font nul mystère de leurs observations et de l'expérience de leur pratique journalière. En retour elles acquièrent des matières premières, des méthodes de travail nouvelles. Elles apprennent à connaître le mécanisme de la formation et la constitution de leurs produits.

A l'heure actuelle, où la chimie des matières colorantes tend de plus en plus à se séparer de la chimie organique, où l'on cherche le rapport qu'il y a entre les propriétés tinctoriales et la constitution chimique du colorant, il importe de constater que le but final de tant de travaux était non pas de rechercher telle ou telle matière colorante bonne, solide et résistante, — ce but n'aurait conduit à rien — mais, et c'est tout à l'honneur de la chimie et des savants qui s'y sont voués, ce but était de rechercher et de déterminer d'une façon précise de quelles substances les matières colorantes dérivaient, de préparer la substance mère la plus simple.

Chaque fois que le problème a été posé le but a été atteint plus ou moins rapidement, mais il a été atteint.

———o——o———

LES MONSTRES DANS LE MONDE ORGANIQUE

ET LES LOIS LE LA MORPHOLOGIE

Conférence académique prononcée le 11 novembre 1898, à Lausanne,

PAR

Paul JACCARD,
Professeur agrégé à l'Université.

Mesdames et Messieurs,

Aucun problème ne paraît plus inaccessible à l'analyse scientifique que la recherche du pourquoi des formes. L'arbitraire le plus complet semble régner dans l'infinie diversité du monde organique. Il semble que l'on soit en présence d'une infinité de motifs que l'imagination la plus ingénieuse et parfois la plus extravagante, se serait plu à compliquer de variations aussi diverses qu'innombrables.

On entrevoit bien une conformité morphologique entre l'animal ou la plante et le milieu qu'ils habitent ; les espèces aériennes, aquatiques ou terrestres ont en général des particularités caractéristiques qui nous paraissent d'heureuses adaptations à leur genre de vie.

Mais à côté de cette conformité toute générale, que de variations inexplicables dont la raison nous échappe! Si le corps fusiforme des poissons paraît en harmonie avec la locomotion en milieu aquatique, nous ne voyons pas bien quelles sont les raisons qui ont déterminé la forme quasi sphérique du *Diodon* ou celle non moins étrange de la *Môle* ou *poisson-lune* ou celle plus stupéfiante encore de l'*Euripharynx pelecanoïdes*. (Pl. VI, fig. 1 et 2.)

Sans vouloir pénétrer dans le dédale des formes et chercher la clef des mystères morphologiques, l'esprit le moins attentif aux choses de la nature est frappé par cette distinction qui s'impose, entre les formes *régulières* et les formes *irrégulières :* les

unes produisant sur nous une impression esthétique, les autres nous choquant au contraire par leur manque d'harmonie. (Pl. VI et VII.)

Sans doute, il ne s'agit là que d'une impression subjective, dépendant de notre manière d'envisager la laideur comme résultant du manque de symétrie auquel s'ajoute l'effet de contrastes disproportionnés. Toutefois, vis-à-vis du rôle énorme joué par la symétrie dans la forme des êtres vivants, l'existence de types asymétriques ou disproportionnés constitue un fait de la plus haute importance et l'une des manifestations les plus instructives de la morphologie, puisqu'elle nous montre *qu'un organisme, d'ailleurs symétrique dans les traits fondamentaux de son organisation est capable de présenter dans telle ou telle de ses parties des variations asymétriques ou disproportionnées.*

A côté de ces formes que nous trouvons disharmonieuses, mais qui sont normales, on rencontre des types anormaux auxquels on réserve le nom de monstruosité. L'anatomie animale et végétale nous en révèle à chaque instant : ce sont des individus privés de tel ou tel organe, des fleurs transformées en feuilles, des individus normalement unisexués qui naissent hermaphrodites, des veaux à deux têtes, des pieds humains à six doigts, etc.

On croyait autrefois qu'il y avait une *étiologie* spéciale pour ces types-là, on supposait qu'ils devaient dans le cours de leur développement être soumis à des lois particulières, et l'on expliquait ainsi leur déviation du type primitif. On sait maintenant qu'il n'en est rien et que ces formes anormales ne représentent que des cas particuliers de la biologie normale, qu'ils obéissent aux mêmes lois que les êtres dits normaux, mais sont soumis temporairement ou d'une façon définitive, à l'action de facteurs spéciaux ou d'excitants particuliers.

On constate que des formes telles que les *balais de sorcières* des sapins, les *bédegars* des rosiers, les *galles* des chênes, les inflorescences foliacées de *Juncus*, etc., sont des types morphologiques définis et constamment liés à l'action d'un excitant déterminé tel que la piqûre d'un insecte ou le développement d'un champignon. (Fig. 1 et 2, texte.)

Plusieurs monstruosités animales caractéristiques sont liées à des conditions particulières que l'on peut reproduire artificiellement:

1° C'est ainsi qu'on peut déterminer une polydactylie artificielle chez certains tritons en les faisant vivre dans des vases

Fig. 1.

Fig 2.

assez étroits pour que ces animaux soient obligés, à cause de la courbure du verre, de chercher constamment un point d'appui contre les parois.

C'est dans ce même ordre de faits que rentrent toutes les particularités de la morphologie attribuée par Roux à *l'excitation fonctionnelle*, c'est-à-dire que le fonctionnement variable des organes exerce un rôle marqué sur leur forme. Ainsi lorsqu'un os fracturé est soumis à des mouvements pendant sa consolidation, il se développe au siège de ces mouvements une fausse articulation, présentant des cartilages et des ligaments à l'endroit où, sans cela, il se serait formé de la substance osseuse.

Dareste a obtenu toute une série de monstres, qu'il a décrits dans un traité volumineux, en soumettant des œufs de poules à l'action du froid localisé sur un point, à la trépidation, au vernissage d'une partie de la coquille, et montrant ainsi qu'à chaque modification profonde des conditions de développement correspond une modification profonde de la forme et de la structure.

2° En cultivant des œufs de grenouille dans de l'eau plus ou moins chargée de sel marin, on détermine le développement de formes monstrueuses, correspondant aux divers degrés de concentration des solutions.

3° On peut provoquer également la formation de monstres doubles chez des grenouilles en donnant aux œufs, pendant la durée de leur développement, une position renversée, c'est-à-dire en maintenant l'extrémité la plus lourde de l'œuf en haut et la plus légère en bas, contrairement à l'orientation normale.

4° Par l'action de diverses substances injectées dans des œufs en voie de développement, on obtient également une série de formes monstrueuses déterminées par les conditions de l'opération.

5° Dans le domaine de la pathologie humaine, nous pouvons citer un certain nombre de *faciès* ou physionomies morphologiques liés à l'existence de maladies déterminées: tels sont les *ongles hippocratiques* des tuberculeux, les *renflements* et *indurations* des cartilages sterno-costaux dans le rachitisme, l'*engorgement cellulaire* dans le *myxœdème* consécutif à l'ablation de la glande thyroïde, etc. Dans ce dernier cas, comme on le sait, l'injection de la glande thyroïde fait disparaître l'engorgement, de même que dans l'*urémie*, l'injection de matière rénale, et dans la *ménopause*, l'injection de glande ovarique peuvent faire disparaître les troubles de l'état général et les modifications de l'aspect extérieur caractéristique pour ces affections.

L'injection de *sérum* dans la *diphtérie*, par exemple, bien que provoquant une action plus localisée, peut être rapprochée des cas précédents.

On peut donc, à volonté, produire dans tel ou tel organisme, que nous considérons comme normal, des altérations, déterminées par l'action de substances particulières ou par l'effet de causes modifiant la nutrition et qui le rendent anormal, et, inversément, par des procédés analogues, ramener un organisme animal au type normal (et quand je dis normal, je ne considère maintenant que la forme extérieure habituelle de l'être).

C'est sur la connaissance de ces faits qu'est basée la théorie des *substances organogéniques*, d'après laquelle les formes particulières des organes, tant animaux que végétaux, sont dues à l'action de substances chimiques déterminées.

Autrement dit, *il existe un lien de causalité entre des caractères morphologiques d'êtres vivants et certaines structures chimiques ou mieux physico-chimiques.*

Lorsqu'on envisage la question du pourquoi des formes, cette théorie ne fait évidemment que reculer le problème. Toutefois, il est certain que la tératologie expérimentale, c'est-à-dire la production artificielle des monstres par les divers procédés que nous avons indiqués, en démontrant la dépendance étroite des formes, non seulement vis-à-vis de conditions générales, mais vis-à-vis de conditions très spéciales, détermina, dans une grande

mesure, notre manière actuelle d'envisager la forme dans sa dépendance vis-à-vis de conditions extérieures.

En présence de faits aussi considérables, on comprend que plusieurs naturalistes en aient exagéré la portée. C'est ainsi que Darwin et ses nombreux disciples voulurent voir dans *l'action formatrice des conditions extérieures secondée par la sélection naturelle et la lutte pour l'existence, les raisons déterminantes de l'origine des espèces et de leur évolution* [1].

Nous voudrions aller plus loin et montrer *l'impuissance des conditions extérieures à déterminer l'évolution.*

L'erreur dans laquelle on est tombé provient de ce qu'on n'a pas distingué entre eux plusieurs facteurs, fondamentalement différents, l'un consistant dans la division du *travail physiologique*, l'autre dans *l'action des conditions extérieures.*

Le premier de ces facteurs caractérise la variation évolutive ou l'*évolution*; le second détermine la variation adaptive ou l'*adaptation.*

Les deux agissent simultanément, mais, comme nous allons le montrer, l'un ne provient pas de l'autre, en tout cas le premier n'est pas le résultat du second.

Qu'entend-on par la division du travail physiologique, et de quelle façon se manifeste-t-elle au début?

Les fonctions *fondamentales* de la vie, nous le savons, sont les mêmes pour tous les êtres, ce sont des propriétés générales de la substance vivante : du *protoplasme.* En effet, l'*irritabilité*, grâce à laquelle sous l'influence de la *respiration* ou *oxydation*, l'organisme s'*assimile des substances différentes de la sienne*, la *nutrition* qui en résulte et qui engendre son *accroissement* et finalement sa *reproduction*, sont l'apanage de tous les êtres vivants.

Ce qui distingue les types supérieurs d'organisation de ceux où la différenciation organique atteint un moindre degré, n'est pas autre chose que la subdivision de chacune des fonctions primordiales en fonctions secondaires; c'est là ce qui constitue la division du travail physiologique.

Ainsi, tandis qu'un infusoire ne présente aucun organe parti-

[1] Yves Delage, dans son ouvrage magistral : *l'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale,* fait de main de maître le procès de la sélection naturelle comme facteur prépondérant de l'évolution.

culier sensible à l'action des excitants thermiques, ou sonores, lumineux ou chimiques, notre corps possède des organes complexes (œil, oreille, papilles dermiques, etc.), où se localisent ces sensibilités particulières.

Or, comment admettre que des variations du milieu puissent déterminer à elles seules de pareilles complications ?

Ne voyons-nous pas dans un milieu éminemment uniforme et conservateur, comme la mer, s'épanouir toutes les formes de la série animale, depuis les protozoaires aux mammifères ?

Comment supposer qu'un pareil milieu, pendant longtemps le seul où la vie ait pu se développer, plus uniforme encore dans les âges primitifs que dans les temps actuels et qui, les archives paléontologiques sont là pour le prouver, vit se différencier *tous les embranchements de la série animale* alors que la faune terrestre et aérienne est à peine ébauchée, comment supposer qu'un pareil milieu ait jamais pu, par ses variations, engendrer cette diversité d'organisation que nous constatons dès les premiers âges du monde.

A ce propos, citons ce que dit M. Velain dans son *Cours élémentaire de géologie*, p. 253, à propos de la faune silurienne, une des plus anciennes que nous connaissions :

« Il est à remarquer que les types d'organisation qui apparaissent alors, répandus souvent à profusion dans ces dépôts, sont loin d'être inférieurs au point de vue de l'organisation.

» La faune silurienne, au contraire, se signale non seulement par l'abondance et la variété des formes qui la composent, *mais par leur perfection.* C'est ainsi que, parmi les mollusques, ce sont des céphalopodes, c'est-à-dire les types les plus élevés de cette classe, qui dominent, au point de présenter, dès le principe, dans son maximum de développement, la grande famille des *Nautilides.* Chez les trilobites, si caractéristiques de cette faune remarquable, ce sont, à leur tour, les *Paradoxides*, c'est-à-dire les plus segmentés, et, par suite, les plus parfaits de cette classe, qui apparaissent les premiers. »

Un point me paraît fondamental dans la question qui nous occupe, à savoir *si l'organe s'ébauche avant la fonction*, ou si c'est la fonction qui s'ébauche la première, déterminant ensuite la formation de l'organe.

Nous soutenons la seconde alternative qui pourra paraître évidente à certains esprits qui néanmoins n'ont pas attaché à cette distinction toute l'importance qu'elle comporte.

Pour résoudre cette question, nous envisagerons tout d'abord quelles sont les premières relations existant à l'origine chez les êtres vivants entre la forme et les manifestations de la vie.

1. A l'origine tous les corps ont une forme sensiblement sphérique : l'œuf animal ou végétal est toujours une cellule sphérique. La cause de cette uniformité si remarquable doit être cherchée dans une grande loi générale, loi qui n'est point exclusive à la matière organisée, mais qui doit être *une loi d'agrégation régissant toute la matière.* En effet, tous les astres ont une forme sphérique, la goutte d'eau, au début de sa chute, est sphérique également; il en est de même pour tous les liquides pris en masses suffisamment petites ou placés dans des conditions telles qu'ils soient partiellement soustraits aux effets de la pesanteur. C'est ce qui arrive, par exemple, pour une goutte d'huile tenue en suspension dans un milieu de densité égale à la sienne.

Nous voyons même, dans une foule de phénomènes physiques tels que ceux qui résultent de la tension superficielle, de la capilarité, les phénomènes d'osmose, de surfusion, etc., en un mot tout ce qui constitue les phénomènes moléculaires, nous voyons, dis-je, cette loi d'agrégation dominer cette autre loi, pourtant si générale, de la gravitation universelle. La belle expression de Newton : *la matière attire la matière en raison directe des masses et en raison inverse du carré de leur distance* ne s'applique rigoureusement qu'aux grandes masses; les infiniment petites, celles qui s'identifient avec les molécules, obéissent à une tout autre loi que nous entrevoyons, que nous ne connaissons pas encore, mais qui nous empêche de considérer les phénomènes moléculaires comme des manifestations surnaturelles, c'est-à-dire échappant à une loi qu'on a cru pendant longtemps suffisamment générale pour n'être subordonnée à aucune autre.

Les premières causes qui interviennent pour rompre la sphéricité de l'œuf animal ou végétal sont des raisons mécaniques résultant du fait de l'accroissement et des changements qu'il entraîne dans les conditions de nutrition.

Dans une sphère de petit volume, les plus petites particules matérielles sont, entre elles et vis-à-vis des conditions extérieures, dans le même rapport, mais dans une sphère volumineuse, il n'en est plus ainsi, la substance qui est au centre est évidemment, vis-à-vis de la respiration et de la nutrition dans des conditions toutes différentes de celle qui est à la surface. C'est très certainement pour rétablir les conditions primitives qu'inter-

vient cette invagination d'une portion de la surface externe qui passe ainsi à l'intérieur. La *blastosphère* ou *sphère embryonnaire primitive* se transforme en *gastrula*. (Fig. 16-19. Pl. IX.)

Chez les plantes, cet accroissement de surface se fait dès le début vers l'extérieur : si nous envisageons une plante et un animal supérieur dans leurs rapports avec la nutrition et la respiration, nous voyons, dans le dernier cas, l'accroissement des surfaces libres se faire à l'intérieur du corps par la ramification infinie du système vasculaire et des bronches qui multiplient les points du corps en contact avec ces éléments primordiaux de la vie : l'oxygène et les substances nutritives.

Dans un arbre, au contraire, nous voyons ce même accroissement se faire à l'extérieur par le développement des feuilles et du système radiculaire qui augmentent au fur et à mesure qu'augmente le volume du végétal.

La raison de cette distinction fondamentale entre les animaux et les plantes nous est inconnue; son existence seule nous montre qu'il s'agit là d'une propriété intrinsèque dépendant sans doute de la structure particulière des deux protoplasmes animal et végétal. Malgré cette différence, nous pouvons dégager nettement des faits que nous venons d'exposer cette loi morphologique fondamentale, à savoir : *la nécessité pour tout corps organisé, animal ou végétal, de présenter à l'action des conditions de nutrition et d'oxydation des surfaces de plus en plus grandes au fur et à mesure de son accroissement.*

Cette première grande cause de la différenciation morphologique est, il est vrai, sous la dépendance de conditions extérieures, mais le type d'organisation qui en résulte n'est point déterminé par elles. Il l'est par la structure même du protoplasme considéré, puisque des œufs de mollusques, d'échinodermes, de grenouilles, de mammifères, des œufs de végétaux même, tout en obéissant, dès le début de leur développement, à cette grande loi, le feront chacun d'une manière différente, qui dépendra de leur nature intrinsèque seulement.

Nous passons maintenant à un deuxième point de notre argumentation.

Comme nous l'avons dit, on constate qu'un milieu essentiellement uniforme comme le milieu aquatique semble favoriser d'une égale manière le développement des types d'organisation les plus divers, nous voyons inversément que des conditions semblables

peuvent déterminer, chez des organismes d'ailleurs fort différents, des conformations analogues.

Le monde des algues, malgré sa structure cellulaire, paraît s'être essayé à toutes les variétés morphologiques qui caractérisent les espèces supérieures. C'est ainsi que les Caulerpa, les Siphonées verticillées, les Plocammium, l'Halimeda Opuntia, l'Acetabularia, les colonies de Diatomées, etc., etc., réalisent des formes avec lesquelles les plantes supérieures nous ont déjà familiarisés. (Fig. 10-14. Pl. VIII.)

Chez les animaux, nous pouvons relever la ressemblance des coquilles de plusieurs foraminifères avec celles de certains mollusques.

Citons encore la ressemblance de certaines colonies de coraillaires ou d'hydroméduses avec diverses formes végétales, etc.[1]

Ces ressemblances morphologiques entre des êtres dont la structure interne est si différente, paraissent postuler pour une indépendance relative de la forme et de la structure, elles nous permettent tout au moins de conclure *à l'indépendance de la variation évolutive* vis-à-vis de la *variation adaptive.*

Sur ce point, la paléontologie nous fournit un argument décisif en nous montrant l'absence complète de parallélisme entre l'évolution des structures et celle des formes. A proprement parler, il n'y a pas d'évolution de la forme, il y a complication sans que les divers modes de cette complication présentent entre eux ces affinités, ces liens de parenté qui relient entre elles les formes de la série évolutive. Du moins, lorsqu'elle existe, cette parenté est restreinte à des groupes particuliers d'organismes et ne peut s'étendre à l'ensemble des formes. Les figures 4 et 5 nous en donnent des exemples.

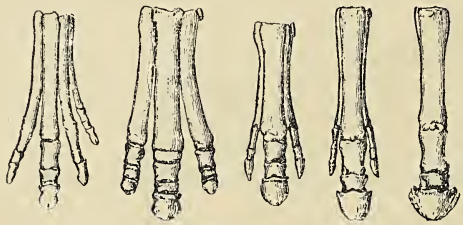


Fig. 4.

[1] Les cycas, qui sont des Gymnospermes, ressemblent tout à fait, extérieurement, à des palmiers, qui sont des monocotylédones, de même que le narval, mammifère marin, ressemble à l'espadon, qui est un poisson.

Fig. 5.

Ainsi, tandis que la paléontolgie nous fait assister à l'apparition successive de types d'organisation de plus en plus complexes à mesure que l'on se rapproche de l'époque actuelle, nous rencontrons, *dès l'origine,* sensiblement les mêmes types d'adaptation que nous connaissons aujourd'hui, les frondes délicates des Fougères, les feuilles coriaces des Cordaites, les feuilles aciculaires des lépidodendrons, etc.

Enfin, il est un ordre de faits qui me paraît concluant dans la question qui nous occupe, c'est l'existence des organes rudimentaires. Les fentes branchiales et le ductus Botali sont des dispositions temporaires chez les embryons de mammifères, où ils ne correspondent à aucune fonction, mais sont des organes normaux chez plusieurs poissons adultes.

Le repli semi-lunaire de l'angle interne de notre œil est le dernier reste d'une paupière transverse qui existe chez les requins; l'appendice vermiforme de l'intestin, atrophié chez l'homme, est développé chez les herbivores, etc.

Dans tous ces cas, la fonction disparaît avant l'organe, qui n'éprouve par suite du manque d'usage qu'une réduction plus ou moins considérable.

Les faits que nous venons d'énumérer nous permettent de conclure que, *quelle que soit l'adaptation d'un organe à la fonction qu'il doit remplir, sa formation n'est pas déterminée par le milieu extérieur agissant seul comme cause formatrice; il éprouve simplement de la part de ce milieu une excitation particulière influant sur sa conformation.*

Ce premier point paraît donc acquis, à savoir que *la division du travail physiologique, véritable cause de l'évolution, est une propriété de la matière vivante,* dépendant de causes intrinsèques.

Nous abordons maintenant l'étude de la variation adaptive dont les causes se rattachent plus particulièrement à l'action des divers facteurs qui constituent le milieu extérieur.

L'organisme, dans l'exercice de ses fonctions fondamentales

qui constituent *sa vie*, réagit constamment vis-à-vis du milieu extérieur. Il représente dans chaque cas particulier un état d'équilibre entre son *stade évolutif* déterminant la *qualité de la variation* et la *nature* des *conditions extérieures* déterminant l'*amplitude de cette variation.*

Nous envisagerons l'action de ces conditions extérieures dans un certain nombre d'exemples en commençant par les types les plus inférieurs de l'organisation. Remarquons tout d'abord que les plantes subissent d'une façon beaucoup plus directe et beaucoup plus variée que les animaux l'action des facteurs extérieurs.

Nous prendrons comme premier exemple les modifications obtenues dans une petite moisissure (stérigmatocyste) soumise à toutes les variations du milieu extérieur compatible avec son développement [1].

1° Dans sa forme habituelle, sur milieu solide, sur du fromage par exemple, notre moisissure est formée par des articles irrégulièrement ramifiés, plus ou moins *renflés* et *cloisonnés*.

Cultivée dans de la pulpe de carotte ou de pomme de terre, les filaments deviennent réguliers et prennent une structure presque *continue*, ce qui s'explique par le degré de consistance du milieu dans lequel les filaments pénètrent presque sans résistance et se soutiennent sans le secours de dispositions qui assurent leur rigidité, ainsi que le font les cloisons.

Les cultures dans des liquides en mouvement produisent des modifications plus curieuses encore :

Rien n'est plus frappant que la physionomie particulière que présentent certaines plantes et animaux vivant sur les côtes battues par les vagues et enveloppées de tourbillons liquides.

La production artificielle de cette agitation du milieu nutritif liquide détermine chez le stérigmatocyste une physionomie tout à fait analogue à celles-là et en tout cas fort différente du type habituel. Au lieu d'être filamenteux et irrégulièrement ramifié, l'appareil végétatif prend une forme sphérique à structure rayonnante indiquant que le développement s'est effectué exactement dans les mêmes conditions tout autour d'un centre.

Si le mouvement dure longtemps, il y a une forte tendance au cloisonnement et à l'épaississement des membranes.

En somme, l'agitation du milieu se fait sentir de deux manières :

[1] D'après les recherches de Ray, publiées dans la « Revue générale de botanique ».

1° En renouvelant sans cesse le milieu nutritif autour de la plante, elle réalise des conditions de croissance plus égales qui se traduisent par une structure rayonnante symétrique.

2° En soumettant tour à tour toutes les parties de la plante à l'action de la pesanteur, elle l'empêche de devenir prépondérante dans une seule direction.

Donc, dans ce cas, la forme sphérique est une conséquence directe à la fois du mode de nutrition et du mode d'action de la pesanteur.

Dans les *cultures en milieu agité,* en présence d'un obstacle, la plante se fixe sur l'obstacle et prend tout à fait la physionomie de certaines algues filamenteuses.

Enfin, les cultures en tubes fermés limitant l'oxygène disponible engendrent le *nanisme,* c'est-à-dire une variation purement quantitative.

En somme toutes ces variations, même les plus fortes, celles qui sont déterminées par l'agitation du liquide, sont d'ordre *spécifique;* dans chaque cas, l'appareil reproducteur qui est le plus constant a toujours conservé le caractère du genre [1], et tout mycologue non prévenu auquel on aurait soumis ces diverses formes, même sans leurs appareils de reproduction, aurait au moins pu les rattacher aux moisissures.

Ajoutons que les transformations ainsi obtenues n'ont acquis leur valeur maximum qu'au bout d'un certain nombre de générations. Chaque variation, faible au début, va en s'accentuant dans les diverses générations successives, jusqu'à ce qu'elle atteigne une valeur maximum *qu'elle ne dépasse pas.*

Lorsque les conditions artificielles cessent, la plante reprend insensiblement la physionomie qui correspond à ses conditions habituelles.

On ne peut donc pas se flatter d'obtenir par la variation des conditions extérieures une variation illimitée des organismes, et la qualité de la variation reste toujours déterminée par la nature de l'organisme considéré.

Nous pourrions donner des exemples du même genre à propos des algues (cultures artificielles des chlorophycées [Chodat]. Evolution des Cœlastrum, etc. Modifications apportées chez les Infusoires par suite de changements dans le milieu). Signalons

[1] Dans un cas, il présenta une disposition se rapprochant de celle du genre voisin Penicillium.

seulement une variation déterminée naturellement chez ces êtres par le jeu des saisons ou par la dessication des mares qu'ils habitent, nous voulons parler de l'*enkystement* de tout ou partie de l'individu, et spécialement de la formation des *spores résistantes*. Ces kystes et ces spores sont des formes particulières sous lesquelles les organismes les plus délicats sont capables de braver la sécheresse la plus complète et l'abaissement de température le plus considérable. Ils peuvent dans cet état résister jusqu'à 200° en dessous de 0° sans perdre la faculté de donner naissance de nouveau à la forme habituelle de l'être qui les a produits, lorsque les conditions propices à son développement réapparaissent.

Nous envisagerons maintenant l'effet des variations adaptives sur des organisations plus compliquées en commençant par l'action de la lumière. A cet égard les expériences de Gaston Bonnier nous fournissent des renseignements précieux. M Bonnier réalisa dans le Pavillon central du service de l'éclairage électrique à Paris un certain nombre de cultures de plantes dont les unes étaient soumises à l'éclairage naturel, d'autres à l'éclairage électrique continu, d'autres enfin à l'éclairage électrique discontinu, c'est-à-dire de 6 h. du soir à 6 h. du matin seulement. Dans ces divers cas M. Bonnier observa en outre les variations de l'intensité lumineuse.

Les résultats qu'il obtient de cette manière sont du plus haut intérêt.

1° *Par l'éclairage électrique continu*, il se produit chez les plantes une sorte *d'étiolement vert*. La chlorophylle est plus abondante et plus uniformément répandue, on en rencontre jusque dans la moelle parfois et dans d'autres tissus qui n'en présentent pas naturellement. La structure de la tige et des feuilles est simplifiée, l'écorce ne se distingue pas en deux zones, le tissu intérieur des feuilles non plus, la lignification est moins avancée. Toute la plante est plus grêle.

En somme, *surabondance de la chlorophylle* et *simplification de la structure*. (Fig. 20 et 22. Pl. X.)

Les résultats les plus intéressants sont ceux qui concernent les cultures de plantes alpines et arctiques à la lumière électrique continue.

En maintenant dans un air humide refroidi par un courant d'eau des plantes alpines soumises à l'éclairage continu, en réalisant ainsi dans une certaine mesure les conditions du climat

arctique, M. Bonnier constata que les *feuilles de ces plantes avaient acquis une structure presque identique à celle qu'offrent naturellement les plantes de même espèce provenant du Spitzberg ou de l'île de Jean Mayen.*

2° Le même naturaliste, en cultivant dans les Alpes des espèces de plaines, leur vit prendre plus ou moins complètement la physionomie des plantes alpines : ramifications plus serrées, tiges plus ramassées, accroissement plus grand des portions souterraines, etc. M. Lothelier, un des élèves de M. Bonnier, a réussi par la culture en milieu humide et en diminuant l'intensité lumineuse, à obtenir le développement de feuilles à la place de piquants dans certains genêts.

C'est à l'action de la lumière que sont dues en grande partie les *structures dorsiventrales,* c'est-à-dire les différences que présentent nombre de feuilles et de rameaux entre le côté tourné vers la lumière et le côté non éclairé. On peut en changeant la direction de l'éclairage inverser la structure, la face primitivement dorsale acquerra les caractères de la face ventrale et inversément.

3° Avec la lumière, la sécheresse et l'humidité, jointes à la chaleur sont, par excellence, les facteurs morphogènes du monde végétal, qui leur doit ses types *xérophiles* et ses types *hygrophiles.* Les premiers sont adaptés aux climats secs, les seconds aux climats humides. Leurs caractères s'accentuent dans les deux directions, si les climats sont chauds en même temps que secs ou humides.

Si l'on compare les plantes épineuses et coriaces des steppes de la Perse, par exemple, au feuillage opulent des plantes de l'Inde et du pied méridional de l'Himalaya, on ne peut douter de l'action puissante de ces facteurs sur la forme des plantes.

Sans aller si loin, les mêmes différences, quoique moins accentuées en apparence, se remarquent chez nous entre les plantes des stations rocheuses ensoleillées et celles des stations ombreuses et humides. C'est dans les premières que se rencontrent ces formes abondamment velues, présentant un épiderme coriace, parfois des feuilles enroulées, et diverses autres particularités destinées à réduire la transpiration. Les mêmes plantes, dans une station ombragée et humide seront presque glabres, leurs feuilles seront plus souples et étalées, l'épiderme plus mince, la ramification plus abondante et le système vasculaire plus développé.

4° L'influence du milieu terrestre ou aérien se trahit d'une

façon non moins apparente. Le *nénuphar* et la *sagittaire* nous fournissent trois types de feuilles bien caractéristiques : *a)* les feuilles submergées, à forme simple, rubanée, constituées par un tissu lâche et non différencié ; *b)* les feuilles flottantes qu'il est inutile de décrire, et *c)* les feuilles aériennes fermes, à tissu différencié et dont la forme sagittée a donné son nom à la sagittaire.

Les tiges elles-mêmes subissent dans ces diverses milieux des modifications caractéristiques. La tige souterraine ou rhizonne, la tige aquatique et la tige aérienne, sont trois types de conformation qu'on ne confond guère. Les tiges aquatiques, par exemple, sont presque privées d'appareil de soutien ; vivant dans un milieu où elles se trouvent comme suspendues, il leur serait superflu.

Certaines plantes aquatiques sécrètent une enveloppe calcaire ou siliceuse à l'instar de plusieurs animaux inférieurs, par contre aucune ne se constitue de squelette en rapport avec un système locomoteur. S'il avait été dans leur nature de se mouvoir, étant à l'origine soumises au même degré que les animaux, aux diverses excitations provenant du milieu extérieur, elles se seraient constitué aussi un squelette servant de point d'appui à leur faculté locomotrice. Cette faculté, nous le savons, existe chez les algues où elle se manifeste par la mobilité des spores et des anthérozoïdes. Si elles ne l'ont pas fait, c'est que toutes les excitations possibles du monde extérieur ne sauraient déterminer dans un organisme une complication ou une structure qui ne soit pas *virtuellement* une propriété de cet organisme.

Nous voyons par contre ces mêmes plantes réaliser un appareil de *résistance passive* ou de *locomotion passive ;* tel est le cas des vésicules aérifères permettant aux sargasses et aux Fucus de flotter, la formation d'un squelette chez les espèces côtières, les feuilles flottantes des espèces aquatiques, la lignification chez les espèces terrestres, etc.

5° *Action de la pesanteur.* Nous allons examiner maintenant l'action de la pesanteur, un des facteurs dont le rôle est le plus considérable sur la morphogenèse et dont on peut dire qu'il en détermine les grandes lignes. C'est de la pesanteur, en effet, que dépend la direction de croissance de la tige et de la racine des plantes, et, dans une grande mesure, la ramification symétrique des arbres. Considérez le cône si régulier du Wellingtonia géant, la couronne puissante d'un tilleul ou d'un marronnier, celle d'un

platane ou d'un chêne, la ramure tortueuse d'un cèdre même, et vous verrez toujours les feuilles et les branches répartir leur masse symétriquement autour de la tige qui est l'axe de structure de l'ensemble, chaque fois du moins qu'une cause accidentelle ne vient pas troubler l'action normale de la pesanteur.

L'influence de la pesanteur sur l'organisation de l'oiseau n'est pas moins remarquable, et, dans cet être aérien, tout concourt vers ce but : faciliter le déplacement d'un corps pesant dans un milieu de moindre densité. Prenons l'exemple des meilleurs voiliers : leur corps est ovoïde fusiforme, soutenu par une carcasse rigide sur laquelle les ailes trouvent la fixité de point d'appui qui leur est indispensable. La charpente entière présente le maximum de légèreté compatible avec le degré de solidité indispensable ; à cet effet, les os sont creux, remplis d'air que la respiration et la circulation très actives échauffe. Bien mieux, l'absence de diaphragme ouvre toute la cavité du corps à l'extension des poumons qui s'y prolongent sous la forme de sacs à air. C'est par leur moyen que les cavités osseuses sont alimentées d'air. Le revêtement de plume, par sa légèreté et par l'excellente protection qu'il réalise contre la perte de chaleur, accentue encore davantage les dispositions que nous venons de signaler. Ajoutons enfin que les organes les plus lourds occupent la partie postérieure du corps constituant comme un « lest », favorable surtout dans le vol ascensionnel.

6° L'une des causes morphogènes les plus curieuses est celle qui résulte des *rapports des êtres entre eux*. On ne se douterait pas, par exemple, qu'il existe fréquemment une conformité d'organisation entre les fleurs et les insectes qui les visitent. Ces relations se manifestent entre la longueur de la trompe et des pattes et l'étroitesse ou la profondeur du tube de la corolle, la position des nectaires, la forme de certains pétales sur lesquels les insectes ont l'habitude de se poser pour visiter les fleurs, etc.

Ces dispositions spéciales ont pour effet de n'admettre qu'une espèce ou quelques espèces seulement à participer à la fécondation de certaines fleurs, qui, en leur absence, resteront stériles. C'est le cas de la vanille, par exemple. Comme on le voit, il s'agit là d'un raffinement dans la spécialisation, une sorte de disposition aristocratique, voisine de la perfection, avantageuse, lorsque les conditions en permettent le fonctionnement, mais qui, en l'absence de ces conditions, détermine souvent la perte de son malheureux propriétaire incapable d'admettre, sans

déroger, le concours d'insectes frayant avec la plèbe du monde végétal.

La paléontologie nous offre maints exemples de genres, de classes même d'animaux, disparaissant après avoir réalisé une complication et une spécialisation excessive de leur organisation. Telles les civilisations des Grecs et des Romains s'éteignant dans l'excès du raffinement, subjuguées par la concurrence de races moins esthètes, mais aussi moins compliquées.

Le plus bel exemple de ce genre nous est donné par la grande classe des Ammonites. Ces mollusques, après avoir réalisé dans tout le cours de l'ère secondaire un développement et une extension progressives, disparaissent brusquement, comme s'ils avaient épuisé toutes les variations compatibles avec leur stade évolutif et perdu, dans l'excès même de ces variations, leur vitalité primitive.

Il nous serait facile d'énumérer encore plusieurs causes de variations, mais nous craindrions d'allonger. Ce que nous en avons dit suffira pour faire comprendre l'énorme influence des conditions extérieures sur la forme des êtres. Nous avons relevé spécialement des exemples tirés du monde végétal ; il nous eut été facile d'en prendre de non moins frappants chez les animaux. En somme, ce qu'il y a d'étonnant, c'est que dans le monde organique la variété ne soit pas plus grande encore, le mélange des formes plus étonnant et plus chaotique, et, qu'en définitive, au milieu de ces multiples causes de variation chaque type réussisse à garder son individualité, à conserver son rang dans cette grande échelle de complication qui s'étend des êtres unicellulaires aux organismes les plus complexes.

J'ai parlé tout à l'heure d'*individualité* dans un sens général. En effet, cette caractéristique essentiellement humaine peut s'appliquer à des degrés divers à tous les êtres, et rien n'est plus propre à la mettre en relief que la *corrélation*, cette propriété fondamentale des organismes, grâce à laquelle le fonctionnement d'une des parties réagit sur le tout et, inversément, la nature du complexe sur les manifestations de ses parties. La corrélation nous frappe tout particulièrement dans les cas où des organes concurrents disposent d'un espace ou d'une quantité de nourriture limitée pour accomplir leur développement. Ou bien tous se développent, mais restent petits, ou bien, un seul ou quelques-uns étouffent tous les autres en se partageant tout l'espace et toute la nourriture disponibles.

Ce second cas, qui est celui réalisé par les sociétés humaines, où il constitue ce qu'on appelle le triomphe de la civilisation, s'observe aussi dans les ovaires des chênes, des tilleuls, des hêtres, etc., où se forment de nombreux ovules, mais où un seul ou un petit nombre arrive à maturité. Plusieurs inflorescences présentent une quantité de bourgeons floraux dont souvent quelques-uns seulement s'épanouissent; si l'on vient à supprimer ces derniers à temps, on verra fleurir des boutons qui ne se seraient pas épanouis sans cela.

Dans certaines espèces où les feuilles se transforment en vrilles *(Lathyrus aphaca)*, ce sont les feuilles accessoires, les stipules, ordinairement petites, qui se développent et remplissent les fonctions des feuilles normales.

Nous envisagerons, pour terminer, quelques exemples de variations dans l'organisme humain, en cherchant à les rattacher, si possible, à des causes déterminées.

L'homme est, on le sait, un des organismes à la fois les plus souples et les plus résistants : souple parce qu'il s'acclimate aux conditions les plus variées, résistant, puisqu'il supporte ces conditions lorsqu'elles sont accidentelles et de courte durée sans qu'elles retentissent fortement sur sa morphologie externe. Ce résultat est dû en grande partie au développement du système nerveux et à l'influence énorme de l'*intellect* sur le corps matériel. Nous voyons un facteur de résistance organique, le plus puissant peut-être que l'homme possède, consister dans cette chose mystérieuse qu'on appelle la *force morale.* Aussi, rien d'étonnant que cet intellect, que cette force morale, soient capables d'agir, dans une certaine mesure, sur la morphologie externe et se trahir, au dehors, par des caractères très secondaires, il est vrai, mais suffisamment apparents et saisissables, dont l'ensemble donne au corps ce que nous appelons sa *physionomie.*

Il y a, d'ailleurs, une certaine subordination dans les particularités qui se manifestent ainsi. On y peut distinguer une gradation comparable à celle qui sépare les caractères génériques, spécifiques et individuels.

Certaines tendances générales du caractère se trahissent par une physionomie de race ou même de sous-race. Il est certain qu'un Russe, un Allemand, un Français, un Anglais, diffèrent entre eux d'une manière tangible par un ensemble de traits dont chacun, pris individuellement, ne suffirait pas à les distinguer.

Français Anglais Allemand Russe

Fig. 3. — Types Européens.

Sans doute, les divers climats sont capables, dans une certaine mesure, d'influer sur la physionomie et sur la nature intellectuelle ; le riverain des mers, l'habitant des plaines et le montagnard ont chacun leur type particulier, mais on peut se demander si c'est l'action directe des conditions extérieures plutôt que le genre d'activité intellectuelle qu'elle entraîne, qui réagit sur la physionomie ?

L'Anglais, dont l'origine est relativement récente et qui habite un pays qui n'a rien de particulièrement uniforme, présente pourtant, à un haut degré, des caractères physionomiques de race.

A côté de ces physionomies générales, il existe des variations individuelles non moins frappantes, mais subordonnées aux premières et qui peuvent se manifester sans effacer la physionomie de race.

C'est sur l'étude de ces particularités individuelles que ce sont, tour à tour, édifiées la *phrénologie*, la *physiognomonie*, la *chirognomonie*, la *chiromancie* et la *graphologie*, qui, à côté d'une grande part d'empirisme et souvent de charlatanisme, peuvent se réclamer d'un fondement sérieux. Il est incontestable que les variations dont nous venons de parler présentent une certaine constance en relation avec les traits saillants du caractère et du tempérament. Le discrédit dans lequel sont tombées quelques-unes de ces sciences provient du manque d'esprit scientifique qui a présidé à leur culture, des exigences exagérées de leurs adeptes qui ont voulu trop leur demander. Lorsqu'un chiromancien, après avoir examiné votre main, vous dit : « Vous êtes tombé d'un arbre à l'âge de douze ans et vous vous êtes cassé la jambe », vous pouvez être certain d'avoir affaire à un charlatan.

Mais si, physionomiste sagace et graphologue expert, il sait distinguer chez vous les tendances marquées de votre caractère, il ne fera qu'exprimer la signification de particularités morpho-

logiques qui, grâce à leur délicatesse, échappent à beaucoup, mais qui existent pourtant.

On vient de signaler dernièrement l'apparition d'une science du même ordre qui a pour objet l'étude du caractère d'après le mode d'usure des souliers. Cette science, qui n'en est qu'à ses débuts, promet d'être féconde en résultats curieux, bien qu'on n'ose espérer la voir, d'après d'aussi frustes documents, déceler les subtiles manifestations de l'âme. Il est certain pourtant qu'un homme autoritaire et orgueilleux n'usera pas ses semelles de la même façon qu'un individu craintif et timoré.

Si la plupart de ces sciences manquent encore de système, c'est qu'on n'a pas en général appliqué à leur étude et à leur codification la rigueur des méthodes scientifiques actuelles. Mais je considère comme non douteux qu'elles constitueront un jour de précieux auxiliaires pour l'étude des manifestations psychiques et des lois de la morphologie.

Je serais incomplet si, quittant l'étude de la variation morphologique, je ne disais deux mots au moins d'une loi très générale à laquelle elle est soumise.

Les variations des divers organes, quelle que soit leur nature, ne présentent pas chez tous les individus d'une même espèce la même intensité. Elles peuvent être plus ou moins accentuées, c'est-à-dire plus ou moins éloignées d'une conformation moyenne réalisée par le plus grand nombre d'individus et que l'on envisage comme la valeur normale du caractère ou de l'organe considéré.

En outre, lorsqu'on examine un grand nombre d'individus dont les caractères varient entre des limites déterminées, de 1 à 10, par exemple, on remarque que le nombre de ceux qui réalisent l'une quelconque de ces valeurs n'est pas arbitraire, mais est soumis à une grande loi mathématique, peut être calculé par une expression qu'on appelle le *binôme de Newton* et les résultats obtenus représentés graphiquement par une courbe dite courbe *binômiale*.

L'emploi du raisonnement mathématique est presque indispensable pour exprimer la nature de cette relation. Comme je ne puis y recourir ici, je serai forcément très incomplet. Quételet, le grand anthropologiste belge auquel revient l'honneur de cette importante découverte, montra que cette loi dont le binôme de Newton nous donne des cas particuliers, n'est pas autre chose que la *loi de probabilité des erreurs*, c'est-à-dire celle qui per-

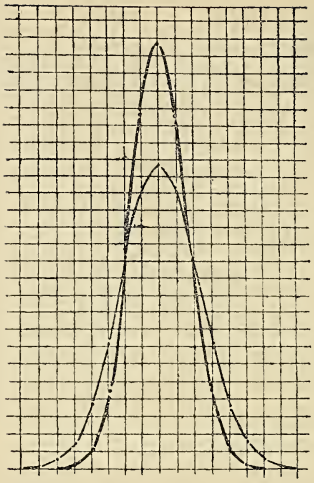


Fig. 6. — Types de courbes binômiales.

met, par exemple, d'évaluer la fréquence relative des écarts ou des erreurs que fait un joueur qui laisse tomber une bille sur une cible dont il vise le centre.

Voici à ce propos comment s'exprime Quételet :

« Qu'on prenne, dit-il, les hommes d'un même âge, ceux qui ont trente ans, par exemple, et qu'on les mesure pour la hauteur, pour le poids, pour la force ou pour toute autre qualité physique quelconque, même pour une qualité intellectuelle ou morale, et l'on verra ces hommes se ranger à leur insu et d'après la grandeur des mesures de la façon la plus régulière. Dans quel ordre qu'on les prenne, ils se classent numériquement suivant les ordonnées d'une courbe binômiale. Cette loi est uniforme, et la courbe reste la même quelle que soit l'épreuve à laquelle on veuille soumettre la nature humaine. » Un peuple ne doit donc point être considéré comme un assemblage d'hommes n'ayant entre eux qu'une communauté d'intérêts et peut-être de langue ; il forme un ensemble, un corps composé doué de propriétés admirablement coordonnées. *Cette coordination est même l'expression la plus tangible de son individualité.*

Quételet donne comme exemple classique de la loi que nous venons d'énoncer, la mesure du thorax chez 1500 recrues du Potomac. Les chiffres obtenus varient entre 28 et 42 pouces an-

glais. La dimension moyenne est de 35 pouces : sur mille, les individus qui possèdent un thorax de 28, 29, 30, jusqu'à 34, sont respectivement au nombre de 1, 3, 11, 32, 69, 121, 170. La valeur moyenne 35 est représentée par le plus grand nombre : 190. De 36 à 42, les nombres précédents se répètent mais en sens inverse, c'est-à-dire qu'il y aura autant de thorax à 37 p. qu'à 34, à 38 qu'à 33, etc.

Un naturaliste allemand a compté les pétales de 17 000 marguerites des champs, pour en évaluer le nombre moyen. Le nombre de ces pétales varie entre 7 et 43 et leur nombre moyen est évalué à 22.

Vous n'auriez pas supposé, mesdemoiselles, en effeuillant les marguerites, en leur demandant si, *il* vous aime un peu, beaucoup, passionnément ou pas du tout, que la réponse de ces fleurettes était prévue et qu'en répétant 1000 fois l'opération, vous aviez plus de 500 chances d'être aimées beaucoup, 200 réponses tièdes ou passionnées, et 60 chances seulement pour que l'ingrat ne vous aime pas du tout.

Cette loi si remarquable ne s'applique d'ailleurs pas aux variations du monde organique seulement, mais à tout phénomène dont la fréquence paraît déterminée par le hasard. On a même construit de petits appareils pour en faciliter la démonstration. Le plus simple consiste en une boîte allongée dont le fond est partagé en cases d'égales dimensions ; au sommet de la boîte se trouve un entonnoir par lequel on verse de petites billes qu'une série d'obstacles, réalisés par des clous placés transversalement en quinconce, empêchent d'obéir simplement à la pesanteur. Ces obstacles agissent donc comme des causes perturbatrices de la pesanteur, de sorte que les billes, au lieu de se réunir toutes dans la case du milieu, située sous l'entonnoir, se répartiront dans les diverses cases avoisinantes. On constate que le nombre des billes de chaque case correspond aux coefficients d'une des puissances du binôme.

Un exemple encore pour finir, plus extraordinaire, si possible. Comptez, dans une centaine de pages du Deutéronome, de la Genèse, ou d'un texte quelconque écrit dans une langue quelconque, la fréquence relative d'une lettre, de la lettre *e*, par exemple, dans chaque ligne ; et vous verrez les nombres représentant cette fréquence se grouper autour d'une valeur moyenne suivant les coefficients d'une des puissances du binôme de Newton. Ces nombres, qui varieront naturellement suivant les textes

et la langue, même suivant l'auteur, peuvent servir à caractériser, au point de vue de la sonorité, par exemple, soit la langue employée, soit le style de l'écrivain.

Nous sommes certainement là en présence d'une des grandes lois qui gouvernent le monde matériel, et il est impossible de ne pas en tenir compte dans l'étude de la variation organique sans se dissimuler toutefois que l'évaluation du rôle qu'elle joue dans la morphologie générale des êtres est des plus difficiles à apprécier, et que les études de ce genre doivent être faites avec une perspicacité et un sens critique éprouvés.

Essayons de nous récapituler brièvement. Nous avons distingué dans la différenciation totale des êtres deux ordres de variation : une *variation adaptive* qui représente en somme les divers modes de réaction de l'organisme vis-à-vis des causes extérieures qui influent sur sa nutrition et son accroissement. Les variations de cet ordre, qui peuvent être profondes, ont, sur l'organisme, une action différente suivant son stade évolutif, mais ne sauraient à elles seules être la cause efficiente de l'évolution qui se manifeste des formes simples aux formes compliquées.

Cette évolution, dont le point de départ réside dans la division du travail physiologique, résulte de la structure même de la matière vivante, de son état d'agrégation, lequel est régi par des lois que nous ne faisons qu'entrevoir, mais auxquelles en tout cas sont subordonnées les *variations adaptives*.

Cette **subordination** dans laquelle se trouvent les phénomènes soumis à des lois particulières *vis-à-vis* des lois plus générales me paraît de la plus haute importance et n'a certainement pas été envisagée jusqu'ici avec l'intérêt qu'elle mérite.

Ainsi que nous l'avons vu, la gravitation universelle, par exemple, malgré sa généralité, doit être subordonnée à une loi plus générale encore, une loi d'agrégation dont l'expression exacte nous est encore inconnue et qui doit être invoquée dans l'explication de tous les phénomènes moléculaires en contradiction manifeste avec la loi de Newton.

Cette subordination, dont nous avons essayé de donner un exemple dans le domaine physique, est particulièrement sensible dans le monde organique. Le monde minéral, malgré la généralité des lois qui le régissent, est sûrement dans une certaine mesure sous la dépendance de lois organiques. Les lois de l'osmose qui s'appliquent au passage des substances minérales au travers des parois d'une cellule vivante, par exemple, sont en

parfaite contradiction avec les lois de l'osmose minérale, les premières dominent les secondes [1].

Il est non moins certain que dans nombre de cas le monde animal paraît se soustraire aux lois habituelles qui régissent ses manifestations pour tomber sous la dépendance d'un monde supérieur à lui, qui est le monde *psychique*.

Les effets obtenus par la suggestion mentale suffiraient à le prouver.

Si cette idée n'est pas absolument nouvelle, elle est du moins toujours restée à l'état de simple présomption. Elle constitua, pour ceux qui s'en firent les champions, un crédo qu'ils ne pouvaient appuyer d'arguments scientifiques sérieux, et qui, par cela même, ne pouvait sortir du domaine de la spéculation métaphysique.

Nous ne doutons pas que la science, marchant vers la connaissance du monde psychique et des lois qui le gouvernent, ne devienne spiritualiste après avoir été si longtemps taxée de matérialiste, et qui sait, nous révèle peut-être un jour la nature de cette puissance créatrice à laquelle les civilisations les plus barbares donnent le nom de Dieu.

LÉGENDE DES FIGURES

Fig. 1. Anomalie déterminée sur une feuille de fougère (Pteris quadriaurita) par l'action d'un champignon parasite (Taphrina Laurencia.) (D'après Giesenhagen.)

Fig. 2. Inflorescence de Juncus lamprocarpus déformée par la piqûre du Livia juncorum (insecte).

Fig. 3. Types européens.

Fig. 4. Stades successifs de la réduction des doigts dans les ancêtres du cheval, disposés par rang d'ancienneté. (D'après Gaudry.) 1. Orohippus. 2. Palæotherium. 3. Anchitherium. 4 Hipparion. 5. Equus.

Fig. 5. Transformation successive des molaires chez les ancêtres de l'Eléphant, disposées par rang d'ancienneté. (D'après Gaudry.) 1. Mastodon tapiroïdes. 2. Mastodon turicensis. 3. Mastodon elephantoïdes. 4. Elephas meridionalis. 5. Elephas antiquus. 6. Elephas primigenius.

Fig. 6. Types de courbes binômiales obtenues en portant sur l'ordonnée les variations du caractère observé et sur l'abcisse le nombre des individus présentant les diverses valeurs de ce caractère.

---

[1] J'emploie à regret cette expression de *loi*, pour éviter des longueurs ; dans un prochain mémoire, j'exposerai plus en détail cette question fondamentale de la *subordination* que je ne fais ici que mentionner.

LÉGENDE DES PLANCHES

Planche VI. — Types de formes irrégulières.

Fig. 1. Baudroie ou Diable de mer.
Fig. 2. Antennarius histrio.
Fig. 3. Diodon ou Poisson cofre.
Fig. 4. Mole ou Poisson lune.
Fig. 5. Eurypharynx pelecanoïdes (poisson pêché par l'expédition du *Talisman* près des côtes du Maroc à 2300 mètres de profondeur. Longueur de l'animal 45 cm.)

Planche VII. — Types de formes régulières.

Fig. 6. Oiseau-lyre de la Nouvelle-Guinée.
Fig. 7. Clathrulines, types de radiolaires.
Fig. 8. Diatomées de la famille des Biddulphiées.
Fig. 9. Stegosaurus. Reptile fossile des temps jurassiques. (Env. 2 mètres de long.)

Planche VIII. — Complications de formes dans les structures simples.

Fig. 10. Forme étagée de l'Hypnum splendens (mousse). (D'après Gœbel.)
Fig. 11. Colonie arborescente de *Licmophora flabellata*. (Diatomée microscopique.) (D'après Smith.)
Fig. 12. *Caulerpa prolifera*, algue, simulant une tige portant feuilles et racines (longueur : 2 à 3 mètres).
Fig. 13. Formes arborescentes du *Plocamnium coccineum*, algue rouge de 1 à 2 dm. de hauteur.
Fig. 14. Forme foliacée d'un *Delesseria*, algue rouge de 1 à 2 dm. de hauteur.
Fig. 15. Similitude de conformation entre la patte antérieure du *Callibranchion*, reptile des temps palaéozoïques et le *Varan*, reptile de l'époque actuelle. (C = cubitus, R = radius.) (D'après A. Gaudry.)

Planche IX. — Premières différenciations de l'organisme animal.

Figures schématiques tirées de « l'Embryologie » de Roule, montrant :
Fig. 16. Les diverses phases de la segmentation de l'*œuf* jusqu'à la *morula*.
Fig. 17. Formation de la *gastrula* à partir d'*une blastosphère* (forme embryonnaire dont toutes les cellules occupent la périphérie d'une sphère).
Fig. 18. *Invaginations secondaires* à l'intérieur de la gastrula.
Fig. 19. Schéma de la formation du tube digestif et des glandes annexes.

PLANCHE X. — **Formes d'adaptation.**

Fig. 20. *Cultures comparées à la lumière électrique continue et à la lumière discontinue.* « Revue gén. de Bot. », Tome 7, pl. 15.
1. Fève, germination à la lumière discontinue normale.
2. Fève en germination, au bout du même temps, mais à la lumière électrique continue.

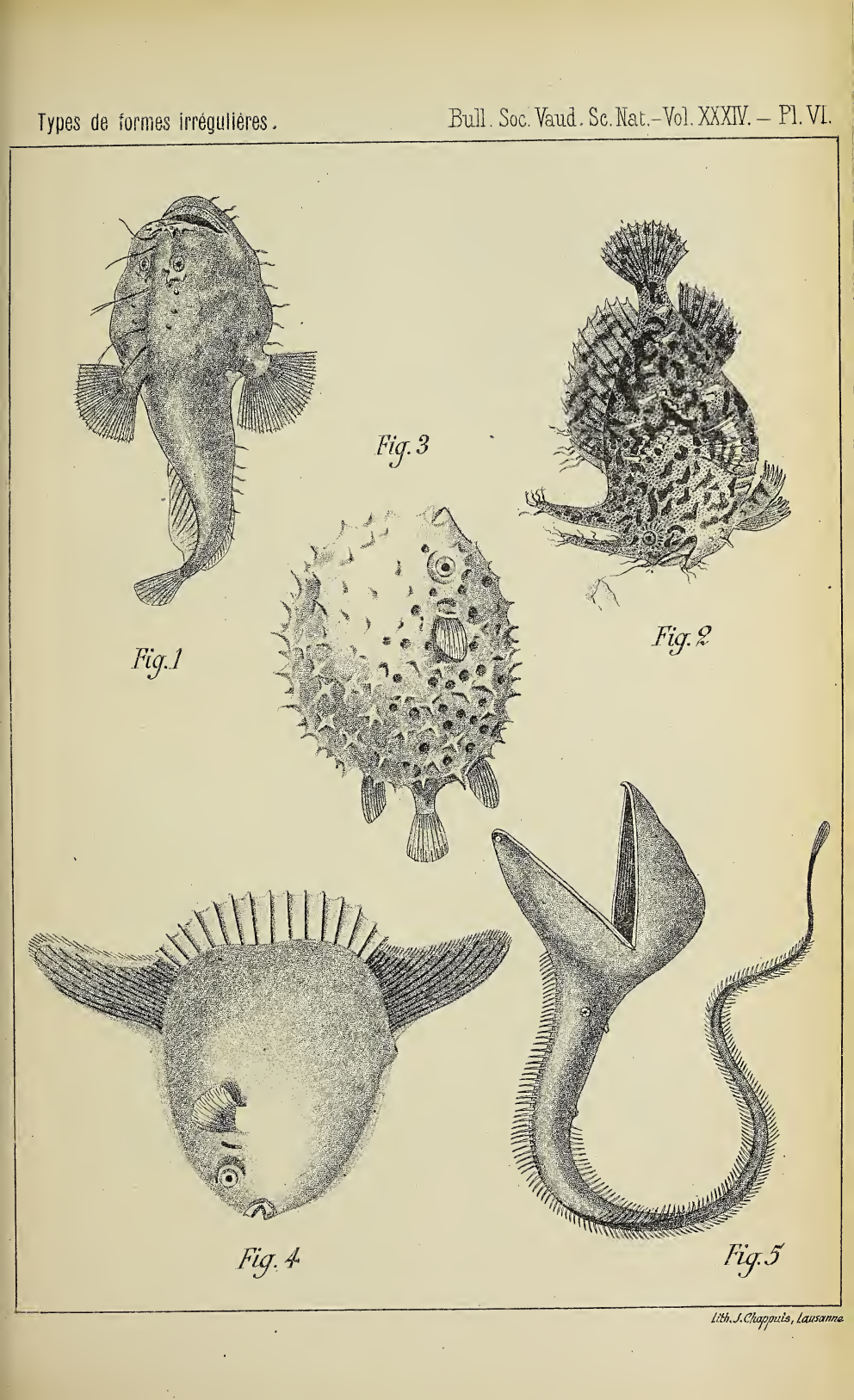
Lathryrus sativus. Germinations obtenues pendant le même temps et dans les mêmes conditions :
3. A l'obscurité ;
4. A la lumière électrique continue ;
5. A la lumière discontinue normale.
6. Stachys tuberifia (Crosne). Tubercule développé à la lumière discontinue normale.
7. Tubercule cultivé pendant le même temps à la lumière électrique continue.

Fig. 21. *Types de la flore des hautes Alpes de Davos montrant l'adaptation au climat alpin.* (D'après W. Schibler et F. R. Gygi. « In Jahrbuch d. Schw. Alp. Club ». T. XXXIII.) (Moitié de la grandeur naturelle.)
1. Dianthus glacialis Häuck, 2600 m.
2. Lloydia serotina Rehb, 2760 m.
3. Viola calcarata L. nivalis, 2655 m.
4. Primula integrifolia L., 2636 m.
5. Gentiana verna L. « Imbricata », 2713 m.
6. Ranunculus glacialis L., 2654 m.
7. Chrysanthemum alpinum Lam., 3047 m.
8. Poa laxa Häuck, 3047 m.

Fig. 22. *Structure anatomique comparée des feuilles de Pin et d'Hellébore cultivées à la lumière électrique continue et discontinue.* (G. Bonnier. « Revue gén. de Bot. », Tome 7, pl. 7.)
1. Feuille de Pin d'Autriche à la lumière discontinue ;
2. » » à la lumière continue ;
3. Feuille d'Hellébore noire (coupe transversale) à la lumière discontinue ;
4. La même à la lumière continue.

Fig. 23. *Algue* montrant l'alternance de rameaux longs et de rameaux courts déterminée par l'espace disponible. (D'après Cramer.)

Fig. 24. Feuille de Benoîte (Geum bulgaricum), dont le développement de la foliole terminale entrave celui des folioles latérales en leur masquant la lumière. (D'après Gœbel.)



Lith. J. Chappuis, Lausanne.

Fig. 6

Fig. 7

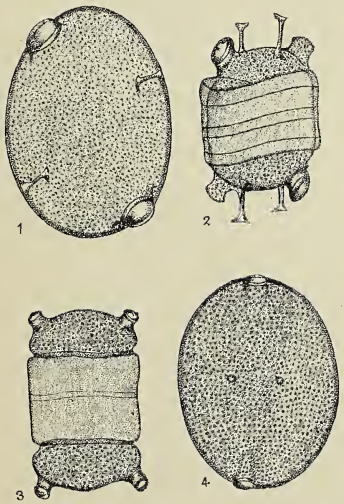


Fig. 8

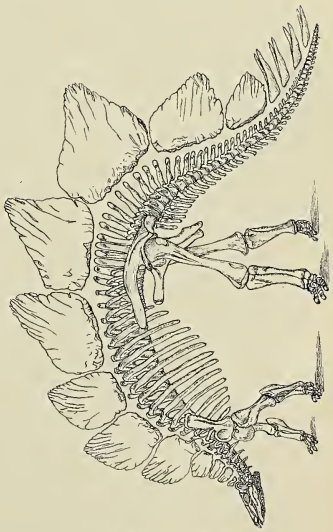


Fig. 9

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

Fig. 10

Fig. 11

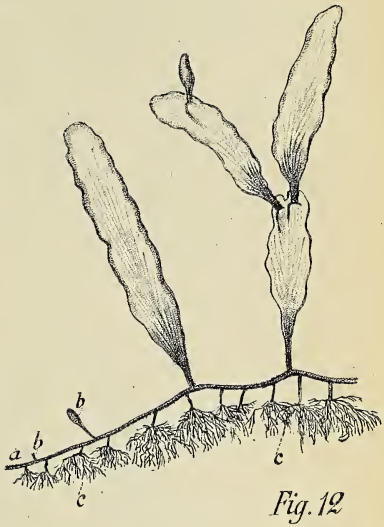
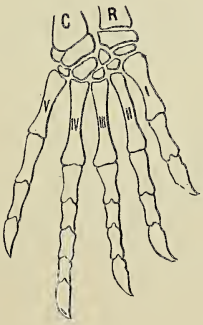


Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14



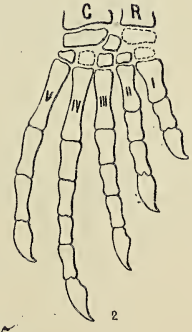


Fig. 15

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

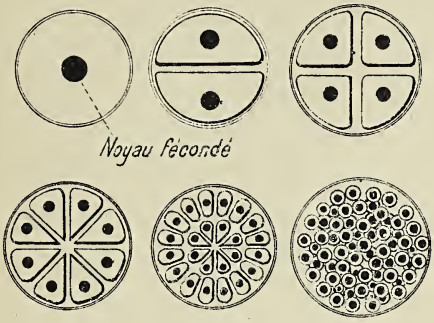


Fig. 16

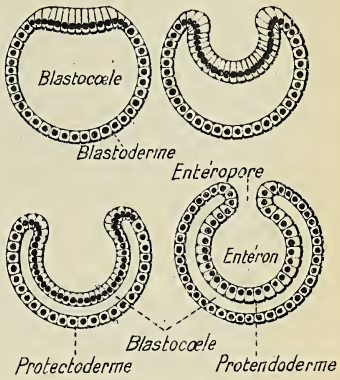


Fig. 17

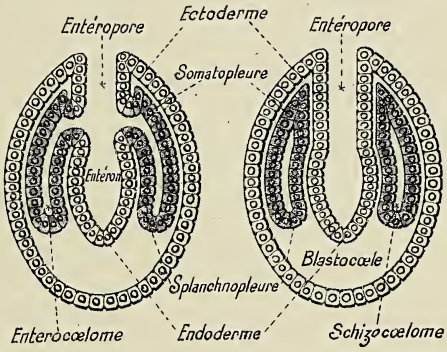


Fig. 18

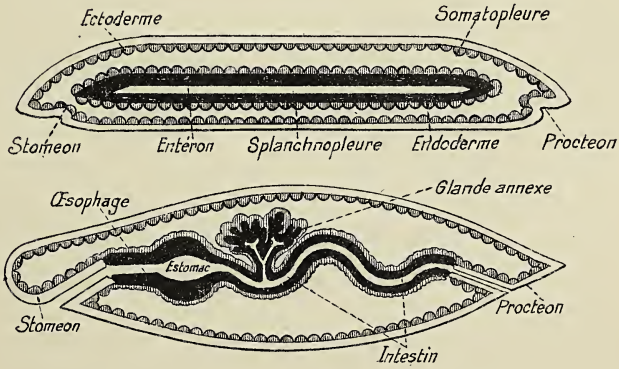


Fig. 19

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

Fig. 20

Fig. 21

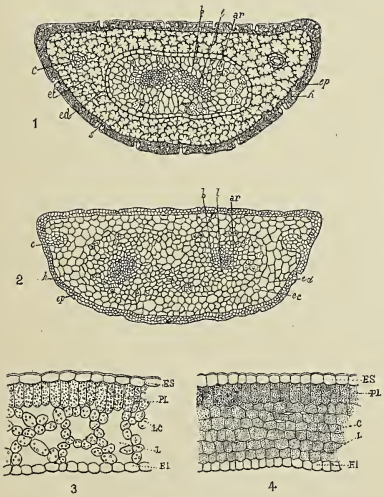


Fig. 22

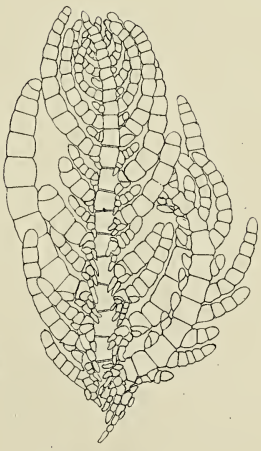


Fig. 23

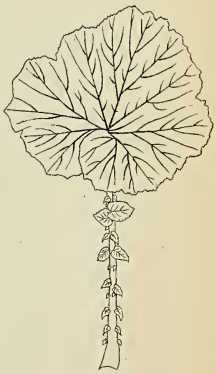


Fig. 24

Lith. J. Chappuis, Lausanne.

PROCÈS-VERBAUX

SÉANCE DU 3 NOVEMBRE 1897

Présidence de M. G. Rey, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. *Rey* donne lecture d'une liste d'ouvrages parvenus à la Bibliothèque pendant les vacances.

Communications scientifiques.

M. **H. Schardt**, professeur, fait une communication préliminaire sur ses études au sujet de *l'origine des grands lacs du Jura*, en particulier des lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat. Il rattache la formation de ces nappes stagnantes sur le parcours de dépressions d'érosion manifestes au même affaissement qui délimite la zone des Préalpes du Stockhorn et du Chablais, entre la vallée du lac de Thoune et celle de l'Arve. La zone des lacs du pied du Jura, comprenant aussi la partie du lac Léman appelée le Petit Lac, se trouve justement vis-à-vis de cette zone d'affaissement, soit sur le prolongement des plis monoclinaux transversaux qui marquent la vallée de l'Aar et celle de l'Arve. Quatre vallées ont été ainsi partiellement transformées en lacs :

1. La vallée de la Thièle correspondant au bassin occidental des lacs de Neuchâtel et de Bienne.
2. La vallée de la Menthue, correspondant au bassin oriental de ces deux lacs.
3. La vallée de la Broie et probablement encore la vallée de la Petite-Glane, puisque le lac de Morat offre aussi deux dépressions.

Ce tassement qui tombe sans doute entre la 1re et la 2me glaciation n'a guère été inférieur à 250 m. dans la partie la plus profonde; il a créé d'abord un lac unique, entrecoupé par des presqu'îles et des îles. Mais le cours de l'Aar qui était dirigé primitivement, à partir de Berne, vers le nord, par Wangen, a été modifié par cet affaissement et cette rivière s'est creusé un nouveau passage vers l'ouest, pour se jeter dans le nouveau lac. Ses alluvions et surtout celles des torrents glaciaires, lorsque le glacier de l'Aar fut stationnaire au N. de Berne, eurent pour effet de combler le milieu de ce grand lac en créant les trois bassins des lacs de Neuchâtel, de Bienne et de Morat.

M. Schardt signale encore le fait remarquable d'un anticlinal transversal existant sur le parcours du partage d'eau, entre le bassin du

Rhin et du Rhône, c'est le Mauremont; il pourrait bien résulter de la tension superficielle qui a dû se produire jusqu'au moment où l'affaissement a atteint la valeur de la flèche de la courbure terrestre comprise dans l'aire de l'affaissement.

Dans l'intérieur du Jura, le lac de Joux, celui de St-Point et le lac temporaire du Val de Travers sont probablement aussi en relation avec ce phénomène, en ce sens que, situés dans la zone du Jura qui a participé au mouvement descendant, on peut les considérer comme des tronçons de vallées ayant acquis une pente inverse. La chose devient évidente, lorsqu'on reconstitue par la pensée l'état antérieur à l'affaissement. La région supérieure du lac Léman a participé à la fois à l'affaissement préalpin et au tassement général des Alpes, qui a donné lieu aux autres lacs marginaux de cette chaîne; donc sa grande profondeur s'explique facilement et pourrait même être invoquée comme un argument en faveur de l'hypothèse elle-même.

M. **Eug. Delessert**, donne quelques indications sur une petite merveille de la nature, le *haricot sauteur*, qu'il présente à l'assemblée et qui est bien le seul végétal animé connu, la seule graine pouvant se mouvoir et se déplacer pendant plusieurs mois consécutifs, si toutefois elle se trouve dans certaines conditions favorables à ses pérégrinations.

Cette graine, qu'on appelle en Angleterre *Carpocapsa saltitans*, du nom de l'animalcule qui s'y trouve renfermé, est le produit d'un arbre assez singulier, découvert dans un marécage d'un demi-mille carré, aux environs de la ville d'Alamos près du Rio Sonora (Mexique). Elle ressemble surtout à une graine de fusain, dont elle a à peu près la grosseur; mais chaque lobe distinct a plutôt la forme d'une graine de capucine ou de café.

Le fruit de cet arbre est triangulaire, divisé en trois parties égales. Deux de ces lobes contiennent une petite graine noire sphérique; le troisième est l'asile d'une petite chenille mesurant 11 mm. de longueur et 3 de largeur.

Lorsque le fruit est mûr, il tombe sur le sol et s'ouvre. La portion qui contient la larve se met immédiatement en marche et, sautillant d'une façon extraordinaire, s'éloigne de l'arbre qui lui donna naissance.

Le motif de ces mouvements n'est pas encore bien connu. Pourquoi ce corpuscule s'éloigne-t-il ainsi? On dirait que l'animal, craignant d'être surpris par un ennemi, s'éloigne instinctivement de l'endroit où il est né et tombé. Il vit apparement sans manger et ne cherche pas à sortir de son enveloppe; au contraire, il n'est heureux qu'enfermé dans sa prison. Ainsi, faites soigneusement un petit trou à l'une des parois de cette capsule, la chenille se met ausitôt à l'ouvrage pour réparer le dommage et, en peu de temps, elle a recouvert le trou d'une fine toile soyeuse. Cela fait, elle reprend ses sauts et ses migrations.

Voici encore une autre observation faite par la personne qui a fourni les renseignements sur ces carpocapsa : une de ces graines fut un jour écrasée accidentellement et considérée comme perdue; quel ne fut pas son étonnement, lorsqu'elle vit le lendemain matin la coque de cette graine complètement reconstituée dans toutes ses parties !

Les mouvements de ces graines sont curieux et intéressants à étudier. Posées sur une surface plane et légèrement chauffée, elles se mettent peu à peu en mouvement ; celui-ci s'accentue, si la température angmente. Elles s'arrêtent. quand on les touche, car elles le sentent, et rien ne peut les décider à sauter ; mais laissez-les tranquilles, et au bout de quelques instants, elles recommencent bientöt leurs mouvements en tous sens, s'avançant en ligne droite ou décrivant des courbes, mais procédant toujours par saccades. Exposées à une certaine chaleur, ces chenilles réussissent à se soulever avec leur demeure et même à effectuer des sauts de 5 à 6 millimètres de hauteur et peut-être davantage. Ces mouvements ont également lieu à la simple clarté d'une lumière.

On est surpris de ne voir dans ce fruit aucun trou (comme par exemple dans les fruits véreux), aucune issue indiquant par où l'insecte est entré. On suppose que son œuf a été déposé dans la fleur et que l'insecte, qui lui donna naissance, sert à la fructification de la plante.

La graine mûrit en juillet ou août ; elle vit et saute jusqu'en mai de l'année suivante. Elle craint beaucoup le froid et doit être placée dans un endroit sec et bien éclairé, surtout suffisamment chauffé, de préférence par le soleil.

M. Delessert ajoute qu'il a appris la veille, par un collègue, que M. F.-A. Forel avait déjà présenté des graines analogues, il y a précisément cinq ans (le 2 nov. 1892), et sur lesquelles il pourra redonner à l'assemblée certains renseignements qui complèteront sa communication

M. le professeur *Forel* confirme en effet la chose et dit que ces graines, provenant de diverses espèces d'Euphorbiacées, sont celles du *Croton colliguaya* et que la chenille est celle du *Carpocapsa Dehaisiana*, qui vit ainsi de 7 à 8 mois, avant de se tranformer en chrysalide. Ce genre appartient à la famille des Tortricidæ (Microlepidoptera).

M. Jean *Dufour* fait remarquer qu'une chenille de ce genre s'attaque également aux pommiers : *Carpocapsa Pomonæ*.

A propos des mouvements extraordinaires de ces larves de carpocapsa, M. Ch. Dufour rappelle les sauts non moins remarquables de certaines espèces de vers de fromages et qui évoluent parfois à une hauteur de plusieurs centimètres.

M. P. *Jaccard* ajoute qu'on lui a montré assez récemment des graines analogues, qu'on lui disait avoir été importées du Brésil et qu'il avait été aussi surpris de leur remarquables évolutions.

M. Jules **Amann**, présente un nouveau *microscope* grand modèle, destiné aux études minéralogiques et pétrographiques, construit par la maison F. Koristka, à Milan, sur les indications du prof. Bongnatelli, de Pavie, et auquel il (M. Amann) a fait apporter certaines modifications et additions, qui en font un instrument très complet, tout en étant d'une construction aussi simple et aussi robuste que possible. Il sera décrit dans le Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles.

SÉANCE DU 17 NOVEMBRE 1897.

Présidence de M. G. Rey, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Démission : M. *de Crousaz*, pharmacien.

Candidature : M. Ed. *Gross*, prof., Lausanne, présenté par MM. L. Gauthier et Dr Louis Pelet.

M. le président lit une lettre de M. Samuel Bieler, demandant au Comité de voir s'il y aurait pas lieu d'organiser des sections dans le sein de notre Société, afin de grouper les membres s'occupant d'une spécialité.

M. Henri *Dufour* propose le renvoi au Comité pour étude

M. Paul *Mercanton* demande des explications au sujet de l'expédition de notre Bulletin à la section des Diablerets.

M. Paul *Jaccard* répond qu'autrefois notre Bulletin était servi à la section des Diablerets du Club alpin suisse, en échange de son *Jahrbuch*, qui nous est parvenu régulièrement jusqu'en 1891, époque de la mort de M. René Guisan qui, en sa qualité de bibliothécaire de la section des Diablerets s'occupait de nous faire parvenir cette publication. On ne s'aperçut de la lacune qu'en 1896, lors de la revision de la bibliothèque; sur la proposition de M. Amann, des démarches furent faites, mais le secrétaire qui s'en était chargé, se heurta, soit au Comité central du S A. C., soit à la section des Diablerets, soit aux rédactions du *Jahrbuch* et de l'*Echo des Alpes*, à une fin de non recevoir, ces divers comités prétextant que le précédent invoqué n'avait jamais existé.

Les deux personnes qui pouvaient le mieux nous renseigner à cet égard étant mortes, MM. R. Guisan et Louis Mayor, notre ancien bibliothécaire, nous avons dû nous incliner.

En attendant, les numéros manquants du *Jahrbuch* ont été rachetés, afin de maintenir à jour notre collection qui est complète depuis le no 1, actuellement introuvable, et cela, grâce à M. le prof. Renevier qui a généreusement offert sa collection personnelle à notre bibliothèque. Par l'intermédiaire d'un de nos membres, l'abonnement du *Jahrbuch* du S. A. C. a été pris pour notre bibliothèque. M. *Renevier* offre de donner sa collection d'*Echo des Alpes* à la bibliothèque, afin d'éviter qu'on cherche à l'obtenir par voie d'échange. M. le prof. Henri *Dufour* se si demande la cessation de l'envoi du *Jahrbuch* ne coïnciderait pas avec le moment où notre Société abandonna les recherches sur le glacier du Rhône pour en remettre le soin à la Société helvétique des sciences naturelles.

M. A. *Nicati*, propose que la Société vaudoise des Sciences naturelles devienne, par un versement définitif de 100 fr., *membre fondateur* de la Société académique. Cette proposition est renvoyée au Comité.

M. *Rey* informe les membres qui auraient un travail en préparation, de le hâter si possible, M. l'éditeur du Bulletin ne possédant aucun manuscrit pour le 4me fascicule du Bulletin.

Communications scientifiques.

M. **Kunz-Krause** présente une étude : « *Sur l'analgse par voie capillaire — son origine, sa méthode et son application.* » — Les premières observations sur la capillarité, c'est-à-dire sur les phénomènes d'élévation et de dépression de divers liquides dans des tubes capillaires, sont attribuées au peintre Léonard de Vinci (1452-1519).

La connaissance de ces phénomènes remonterait ainsi au XVe siècle. Leur étude théorique fut ensuite reprise et complétée par Norman, Gilbert (1540-1603), Giovanni-Alfonso Borelli (1608-1679), Isaac Voss (1618-1689), Brook Taylor (1685-1731), Alexis-Claude Clairault (1713-1765) et autres. Cependant ces observations et résultats théoriques restèrent sans application pratique jusqu'en 1861, où M. Fried. Schönbein, alors professeur à Bâle, rapportait dans la « Naturforschenden Gessellschaft zu Basel » : « *Ueber einige, durch die haarröhrchen Anziehung des Papiers hervorgebrachte Trennungswirkungen.* »

La valeur pratique des expériences de M. Schönbein fut aussitôt reconnue par M. Fried. Goppelsrœder, professeur et directeur alors de l'Ecole de chimie de Mulhouse. Dans la séance même, M. Goppelsrœder fit ressortir la grande importance de cette méthode pour la chimie analytique et surtout pour l'analyse d'un mélange de plusieurs matières colorantes et en démontrait l'application dans un premier mémoire : *Ueber ein Verfahren, die Farbstoffe in ihren Gemischen zu erkennen* », qui est publié dans le même fascicule avec le travail de M. Schönbein [1].

A ce premier travail et mémoire M. Goppelsrœder en fit succéder de nombreux autres, ayant tous trait à l'analyse capillaire [2].

M. Kunz-Krause insiste sur la grande valeur fondamentale de ces

[1] *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel,* 1861, III. Teil, Heft II, pag. 268. Le même travail se trouve sous le titre : « Note sur une méthode nouvelle propre à déterminer la nature d'un mélange de principes colorants dans le *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. 32 (1862) (séance du 30 octobre 1861).

[2] Friedr. Goppelsrœder : « *a* (Ueber die Darstellung des Farbstoffe, sowie über deren gleichzeitige Bildung und Fixation auf des Faser mit Hilfe der Electrolyse, » (Oesterreichs Wollen und Leinen-Industrie, 1885, chap. VII); *b)* « Ueber Capilaranalyse, ein Verfahren, um die einzelnen Farbstoffe aus ihren Gemischen abzutrennen und neben einander zu erkennen *(Romens Journ* 1887, 2, N° 1); *c)* « Ueber die chemische Beschaffenheit von Basels Grund-, Bach-, Fluss- und Quellwasser, mit besonderer Berücksichtigung der sanitarischen Frage *(Verh. der Naturf. Ges. zu Basel*, 1857, (IV. Teil, Heft, IV); *d)* « Einige Angaben über die Mineralbestandteile der Basler-Trinkwasser *(ibid.* 1875, VI, Teil. Heft II); *e)* « Zur Infection des Bodens und Bodenswasser (1873, Programme de l'Ecole industrielle de Bâle) ; *f)* « Rapport sur le mémoire : Analyse du vin de M. Jules Roth (Société industrielle de Mulhouse, *Bulletin* t. 47, p. 460); *g)* « Mémoire sur l'analyse des vins *(ibid.* t. 47, p. 557) ; *h)* « Die im Mai und Juni 1860 in Basel gebrauten Biere *(Verh. der Naturf. Gesellsch. zu Basel*, 1875, IU, Teil, Heft II); *i)* 1. « Ueber Capillaranalyse und ihre verschiedenen Anwendungen » et 2. « Ueber das Emporsteigen der Farbstoffe in den Pflanzen » *Mitteilungen des K. K. Technolog. Gewerbemuseums in Wien*, Section für chemische Gewerbe, Neue Folge. II, Jahrg., 1888, Nos 3 et 4; III. Jahrg., 1889, Nos 1, 2, 3, 4; avec les « Beilagen » (Mulhouse 1889, chez Wenz et Peters).

travaux qui permet d'appeler M. Goppelsrœder le « *père de l'analyse par voie capillaire.* » Le conférencier expose ensuite la méthode, telle qu'elle a été crée par M. Goppelsrœder, et fait ressortir que cette méthode frappe à trois points de vue : par sa simplicité, son élégance et sa merveilleuse subtilité !

Le procédé consiste simplement à suspendre des bandes de papier à filtrer blanc (2 centimètres de large sur 20 centimètres de long) de façon à ce que le bout inférieur du papier plonge environ 5 millimètres dans le liquide (aqueux, alcoolique, éthéré, etc.) à analyser.

Au bout de 24 heures — souvent après quelques heures déjà — les zones capillaires se sont formées sur le papier. L'image capillaire peut alors servir comme telle, c'est-à-dire dans son ensemble, pour identifier une substance donnée, ou bien les zones découpées peuvent être soumises chacune à une seconde ou troisième analyse capillaire, qui peut être complétée, soit par l'analyse spectroscopique, soit par l'examen au microscope.

Outre le papier à filtrer, la plante de Chine (Ramie) se prête le mieux — selon les expériences de Goppelsrœder — à ces essais capillaires. En second lieu M. Goppelsrœder recommande les fibres de coton et de lin, la laine et la soie.

M. Kunz-Krause présente ensuite une collection de bandes capillaires, obtenue avec des teintures, extraits fluides et dialysés.

Cette nouvelle application aux produits pharmaceutiques démontre une fois de plus les services précieux et variés que la « *méthode Goppelsrœder* » est appelée à rendre à la science.

L'examen des produits susindiqués a démontré que les *teintures* seules fournissent des *images à zones*, qui sont en même temps et sans exception des *images individuelles.* Les extraits fluides et dialysés (ces derniers récemment livrés au commerce par MM. Golaz et C°, à Saxon, Valais) ne produisent point de zones, mais des bandes d'imbibition homogènes. Celles-ci diffèrent cependant par le degré de coloration. Les teintes des bandes produites par les dialysés sont généralement plus claires, tandis que celle des extraits fluides sont plus foncées. Quant à leur nature, les phénomènes capillaires sont — selon M. Ostwald — des *phénomènes d'adsorption*, c'est-à-dire « lorsqu'une matière poreuse plonge dans une dissolution, il y a concentration autour des faces de contact. » Ainsi s'explique le phénomène que « *les composants d'une teinture, qui ont le poids moléculaire le plus élevé — par exemple la chlorophylle — sont déposés les premiers, c'est-à-dire à la plus petite distance du niveau du liquide.* »

M. **C. Dutoit** présente des photographies obtenues au moyen des rayons X des graines sauteuses du *Croton Colliguaya*, présentées dans la séance précédente par M. E. Delessert.

M. **Paul Jaccard** parle de son récent *voyage dans le Turkestan*, et expose spécialement ce qui a trait à l'irrigation et aux cultures dans leurs rapports avec les conditions géologiques et météorologiques de cette contrée.

SÉANCE DU 1er DÉCEMBRE 1897

Présidence de M. Rey, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. *Ed. Gross*, professeur, est reçu membre de la société.

M. Rey communique l'invitation qni nous est parvenue d'assister au 40e anniversaire de l'entrée dans l'enseignement de U. Cramer, professeur à Zurich, qui est membre honoraire de notre société. Le Comité a décidé d'y répondre, soit par l'envoi d'un délégué, soit par celui d'une lettre de félicitations.

Bibliothèque. — M. Delebecque, ingénieur à Thonon, fait don à notre bibliothèque de son magnifique ouvrage sur les *lacs français.* M. le président lit une lettre par laquelle le Comité de l'exposition de Bruxelles confère le *diplôme de mérite* au Musée géologique vaudois pour son exposition.

M. Rey félicite, au nom de la société, M. Renevier pour cette distinction.

Proposition Nicati. — Il est donné connaissance à l'assemblée du préavis du Comité concernant la proposition faite dans la séance précédente par M. Nicati, demandant que, moyennant un versement unique de 100 fr., notre société se fasse recevoir membre fondateur de la Société académique. Le Comité, en face du déficit dont nous sommes menacés pour l'exercice de 1897, estime qu'il est plus sage de renvoyer à des temps meilleurs une décision définitive à cet égard.

Communications scientifiques.

M. **E. Bugnion** présente de magnifiques *lépidoptères exotiques*, admirablement préparés par un procédé nouveau par M. A. Barbey.

M. **Paul Jaccard** parle des derniers travaux concernant la *fixation de l'azote gazeux* par les végétaux et en particulier des recherches de M. Henry, sur la fixation de l'azote par les feuilles mortes des forêts.

M **Henri Dufour** donne les quelques détails suivants sur les *caractères météorologiques particuliers du mois d'octobre 1897.* — La sécheresse extrême de ce mois est très exceptionnelle; il n'est tombé à Lausanne que 0mm7 de pluie le 15, tandis que la chute moyenne est en octobre de 118 mm. On ne trouve dans les observations anciennes depuis 1825 aucun mois d'octobre aussi sec que celui que nous venons de traverser et cette sécheresse se prolonge encore.

Ce mois a été aussi un mois de bise, le vent NNE et NE a soufflé avec une intensité et une durée exceptionnelle pour la saison. Les observations directes faites aux trois heures d'observations notent en effet 51 fois sur 93 les vents du N et NE. Deux périodes en particulier se distinguent par l'intensité du courant du nord, celle du 4 au 8 et celle du 20 au 22. D'après les graphiques tracés par l'ané-

momètre enregistreur du Champ de l'Air, on trouve les valeurs suivantes : la bise a commencé le 4 à 9 h. du matin d'une façon assez subite et elle est restée forte jusqu'au 8 à 9 h. du soir, soufflant ainsi 108 heures. La vitesse moyenne dès le 5 au matin atteignait 33 kilom. à l'heure pour arriver à 50 kilom. le même jour à 9 $^1/_2$ h. du soir; cette bise a soufflé avec une régularité très grande, mais sans atteindre comme intensité celle du 30 septembre au 2 octobre 1894, qui marqua à l'anémomètre de l'Observatoire de Genève 90 kil. au moment du maximum.

Ce courant prolongé de NE du 4 au 8 était déterminé par une forte différence de pression entre le Danemark, siège des hautes pressions, et le centre de l'Adriatique, couvert par une dépression.

Les différences des hauteurs barométriques étaient en Suisse pendant cette période :

le 5	Bâle-Genève	3mm.
	Bâle-Lugano	6mm7.
le 6	Bâle-Genève	3.5
	Bâle-Lugano	9.7
le 7	Bâle-Genève	2.8
	Bâle-Lugano	7.8

La chaîne des Alpes a maintenu ainsi plusieurs jours un gradient relativement très élevé entre les deux versants des Alpes.

Ce grand courant de NE a naturellement amené un abaissement de température prononcé sur la Suisse; les 6, 7 et 8 le thermomètre est descendu à zéro degré de minuit à 6 h. du matin et les maxima n'ont pas dépassé 5°.

M. **J. Amann** rend compte des derniers travaux concernant la *mesure de la longueur d'onde des rayons X.*

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE DU 15 DÉCEMBRE 1897

Présidence de M. G. Rey, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Démission. — M. S. Rochat, ingénieur à Morges.

Une invitation est parvenue au président de la part de la Société d'émulation du Doubs à l'occasion de son assemblée générale. Il y sera répondu par lettre.

Bibliothèque — M. le président signale le magnifique envoi fait par l'auteur M. Fisch, sur *La faune de Gaskohle de Bohême.* Le Comité écrira à M. Fisch une lettre de remerciements. M. F. A. Forel annonce que Mlle Joséphine Chavannes, sœur de M. Sylvius Chavannes, lui a remis pour la bibliothèque de notre société une partie de la bibliothèque de son frère, comprenant, outre divers ouvrages, plusieurs manuscrits provenant en partie de M. Morlot et présentant pour nous le plus grand intérêt.

M. F.-A. Forel a déjà remercié en notre nom Mlle Chavannes, il

veut bien classer les manuscrits susmentionnés, afin qu'ils puissent être facilement consultés.

Le Comité remerciera Mlle J. Chavannes

M. RENEVIER annonce qu'il est en correspondance pour faire offrir à notre bibliothèque deux collections des journaux suivants : Le *Globe* et l'*Afrique*, dont dispose M. P. de Loriol.

M. le président donne lecture de son rapport annuel qui est vivement applaudi.

L'ordre du jour appelle la fixation de la finance d'entrée et de la cotisation annuelle. Le Comité propose le statu quo, soit 10 fr. pour les membres lausannois et 8 fr. pour les membres forains; 5 fr. pour l'entrée. Adopté.

Le projet de budget ci-dessous est adopté sans discussion :

RECETTES

14 contributions d'entrée à 5 fr. . . .		Fr. 70
Contributions annuelles :		
110 à fr. 10 . . .	Fr. 1100	
110 à fr. 8 . . .	» 880	
		» 1980
Intérêts des créances		» 3000
Total des recettes . .		Fr. 5050

DÉPENSES

Bulletin		Fr. 2700
Bibliothèque et bibliothécaire		» 350
Loyer		» 500
Fonds de Rumine.		» 600
Administration :		
Impôts	Fr. 370	
Annonces	» 100	
Local des séances . . .	» 50	
Traitemt secrét. et caissier	» 150	
Timbres et débours . .	» 230	
		» 900
Total des dépenses . .		Fr. 5050

L'assemblée adopte la modification de l'article 1er du règlement proposée par le Comité consistant dans *l'adjonction d'une séance supplémentaire en octobre*. La fixation de la date de cette séance est laissée au Comité qui la fera convoquer par carte spéciale (proposition Renevier).

Nomination du Comité. — M. BORGEAUD est élu président. M. AMANN vice-président. En remplacement de MM. G. Rey et E. Wilcekz, qui sortent du Comité, trois noms sont proposés : MM. Paul Vionnet, Paul Jaccard et L. Benoît. MM. JACCARD et VIONNET sont nommés au premier tour.

M. ROSSET se désistant de ses fonctions de commissaire-vérificateur, M. P. ROSSELET est nommé à sa place, les deux autres membres, MM. Nicati et Curchod-Verdeil sont réélus par acclamation.

Communications scientifiques.

M. **F.-A. Forel** décrit les *terrains glaciaires de la Finlande méridionale et centrale.* Il s'attache en particulier aux moraines terminales et aux *Osars ;* la théorie de ces dernières collines de dépôts fluvio-glaciaires, longues et étroites, atteignant une hauteur qui peut s'élever au Kejseros de Kaugesata jusqu'à 75 mètres au-dessus de la plaine voisine, dirigées parallèlement aux stries glaciaires, par conséquent parallèles au cours du glacier, a été traitée fort différemment par les divers géologues qui s'en sont occupés. M. Forel accepte l'interprétation de M. le professeur G. de Geer qui en fait des deltas sous-marins du torrent glaciaire, dans un glacier en phase de décrue.

Mais il complète cette explication en faisant intervenir la différence de densité entre l'eau douce du torrent sous-glaciaire et l'eau salée de la mer dans laquelle le glacier se déversait. Même en admettant que l'eau douce du torrent glaciaire fut chargée d'alluvion et par conséquent de densité fort alourdie, même en admettant que l'eau fût diluée par l'eau de fusion des glaciers et par conséquent de densité fort allégée, la première étant encore plus légère que la seconde devait s'élever jusqu'à la surface de la mer, et le torrent sous-glaciaire pouvait bâtir son delta jusqu'à sa très grande hauteur au-dessus de la plaine où nous retrouvons son sommet. L'eau du torrent glaciaire en s'élevant ainsi à la surface de la mer, suivant la ligne de plus grande pente, devait attaquer la glace, soit par la température légèrement supérieure à zéro, soit par les frottements de l'alluvion qu'elle charriait; elle devait creuser une gorge étroite, ouverte par en bas, un *canion* renversé, avec un toit et des parois latérales de glace. L'alluvion devait se déposer d'abord dans ce canal et le remplir de ses couches sableuses et graviéreuses.

Plus tard, lorsque le corps du glacier fondait, les dépôts fluvio-glaciaires n'étant plus soutenus latéralement par les murailles de glace, s'écroulaient en talus d'éboulement sous-marins.

Ainsi s'explique l'étroitesse extraordinaire des osars.

M. **Louis Benoit**, professeur, parle d'une *propriété particulière du trapèze.*

M. **Delessert-de-Mollins** fait part de l'*observation d'un magnifique bolide* dont il a été témoin le 19 novembre dernier, à 7 $^3/_4$ h. du soir.

Ce brillant météore, d'une éclatante blancheur, apparut un peu au-dessous du zénith et se dirigeant de l'ouest au nord-est, entre la Grande-Ourse et Cassiopée, alla disparaître du côté de Mon-Repos.

Le phénomène avait duré deux secondes environ, sans production de bruit ni de traînée lumineuse.

SÉANCE DU 5 JANVIER 1898

Présidence de M. BORGEAUD, président

M. BORGEAUD ouvre la séance en souhaitant la bienvenue aux membres présents et exprime le vœu que l'année qui s'ouvre soit une année de prospérité pour notre société.

Il annonce que le comité a désigné M. le Dr L. Pelet comme secrétaire, en remplacement de M. le Dr P. Jaccard, nommé membre du Comité.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté. Le président annonce que la société a été représentée au Jubilé du professeur Cramer, à Zurich, par M. J. Dufour.

Candidatures. — Il est parvenu au bureau les candidatures de M. Samuel *Demiéville*, pharmacien à Bière, présenté par MM. H. Schmidt et Borgeaud, et de M. Constant *Pelichet*, chef technique à la station laitière, présenté par MM. Pelet et C. Jaccottet.

Bibliothèque. — Nous avons reçu, par l'entremise de M. le syndic de Lausanne, l'index bibliographique des œuvres du comte Grégoire Razoumowski, membre fondateur de la Société de physique de Lausanne en 1784.

Un don de Mme Naville de 22 numéros de la publication l'*Afrique* et de 16 fascicules du *Globe*.

M. FOREL a dépouillé une partie des notes manuscrites de Sylvius Chavannes ; elles sont classées par lui de la façon suivante :

1° 6 carnets de courses géologiques.
2° 1 cahier de documents concernant les travaux de Sylvius Chavannes sur la Cornieule et le gyps.
3° Notes et coupes relatives au Mauremont.
4° Notes sur les sources des Cases.

Communications scientifiques.

M. **J Ammann** fait une communication sur la théorie dynamique des échanges organiques. Il expose les résultats des expériences de Vierordt, de Rubener et de Camerer, ainsi que les théories de Bouchard, et démontre que la théorie mécanique de la nutrition ne sera possible que lorsque celle des réactions chimiques aura été complétée.

M. le prof. **Renevier** présente deux échantillons d'incrustations siliceuses, acquis récemment par le Musée de Lausanne, et présentant un grand intérêt :

1° Un rognon silicieux quadrangulaire de 4 à 5 cm., fendu par le milieu, et laissant voir au centre une écaille de poisson, parfaitement nette. Les couches concentriques sont bien accusées; et l'on voit parfaitement que la forme du rognon a été déterminée par celle de son nucleus organique.

Comme terme de comparaison, M. Renevier présente en même

temps un de ces rognons marno-calcaires modernes du Grœnland concrétés autour d'un squelette de poisson d'espèce actuelle.

2° Une portion d'une grande géode, ou d'un rognon calcédonieux, à zones concentriques bien marquées, qui présente dans les flancs d'une de ces zones un corps allongé et pointu d'environ 3 cm., également calcédonieux, et ressemblant, soit à une dent canine exerte, soit mieux encore au doigt mobile d'une pince de gros crustacé.

Ce corps, probablement organique, n'est point un nucleus central, mais se trouve implanté latéralement, d'une manière assez énigmatique !

La communication de M. Renevier soulève une discussion à laquelle prennent part MM. Forel, Borgeaud, Bieler et Renevier.

M. **F.-A. Forel** a reçu deux intéressantes observations de mirages.

I. M. C.-M. de Joux, le 25 juillet 1897, à 7 h. du soir, en station à Champéry, val d'Illiez, a vu les cimes de la Dent du Midi présenter une seconde image parallèle à quelques minutes de degré au-dessus de l'image réelle des crêtes. La bande de mirage était colorée en bleu foncé sur le ciel bleu clair; les rochers étaient d'un gris rosé par les rayons du soleil couchant. – Une apparition identique avait été vue à la même place l'année précédente par M. le général de Roberty.

Des cas de mirage parallèle sur les Alpes ont été déjà signalés :

a) Par M. Ch. Dufour, 3 mars 1851, 6 h. matin, d'Orbe sur les Alpes fribourgeoises; mirage parallèle supérieur de la crête des Alpes, avant le lever du soleil (Bull. Soc. Vaud. Sc. nat. III. 71. Lausanne 1854).

b) Par M. F.-A. Forel, 4 mars 1886, 7 h. 05 matin, de Morges sur les Alpes vaudoises, Rochers de Naye. Image parallèle inférieure de la crête des Alpes, peu après le lever du soleil (inédite).

Dans ces deux cas le mirage parallèle était vu entre le soleil et l'observateur; tandis que dans les observations de Champéry, il avait lieu à l'opposé du soleil.

II. M. Albert de Tscharner de Bonstetten, le 18 novembre 1897, vers 4 h. du soir, était à un kilomètre au sud-ouest d'Aubonne; la plaine du Léman et la vallée d'Aubonne étaient remplies par une couche de brouillards bas, au-dessus l'atmosphère était transparente et le ciel serein. Il vit à l'opposite du soleil les maisons du village d'Etoy et de Romanèche se reproduire en image parallèle avec leurs couleurs actuelles; l'image de mirage était au-dessous de l'image réelle.

M. P. Jaccard donne des détails sur les mirages observés par lui au mois de septembre dernier dans le désert du Turkestan.

M. **P. Mercanton**, cand. ing., utilisant un procédé graphique jadis imaginé et mis en usage par M. le prof. Forel, a relevé la texture glaciaire superficielle au long d'une section transversale de la Mer de Glace, à la hauteur du Montanvert. Les documents recueillis montrent, semble-t-il, et comme on était porté à s'y attendre, que le grain va en croissant du milieu vers les rives du glacier.

Ce travail, dont les résultats demandent à être corroborés par des expériences ultérieures, aussi nombreuses que possible, doit servir de préliminaire à une étude systématique de la répartition du grain

au point de vue de ses dimensions et de son développement, répartition jusqu'ici fort peu connue.

M. Mercanton entretient la société d'un cas de givre en trémies observé par lui à Vers l'Eglise dans le courant de décembre 1897. La neige bordant les rives de la Grande-Eau était hérissée d'une forêt de lamelles de glace cristalline atteignant 2 à 2 $^1/_2$ cm. de diamètre, en trémies hexagonales très aplaties, dressées, avec 3 faces au moins bien formées. Des stries serrées et parallèles aux côtés de l'hexagone marquaient dans les faces les ressauts de la structure en escalier. Des cristallisations parasites, en trémies aussi, adhéraient aux arêtes des dièdres.

Un poteau voisin de la rivière présentait à son extrémité un pareil revêtement de trémies de glace : trémies hexagonales très ouvertes atteignant 5 à 6 mm. de diamètre, plus ou moins complètes; trémies à base rectangulaire. Celles-ci paraissaient être l'élément des autres formations cristallines. N'atteignant guère qu'une ouverture de 1 $^1/_2$, 2 $^1/_2$, ou 2-3 mm., elles avaient 3 à 4 mm. de profondeur. Unies au nombre de 6 par leurs petites faces, elles donnaient lieu à un assemblage que nous pourrions définir comme suit : Deux trémies hexagonales accolées par le sommet symétriquement, avec cloisonnement normaux par les arêtes des dièdres correspondantes. Cet assemblage paraissait être le type parfait, les autres n'en étant que des altérations ou des rudiments.

Fait digne de remarque : ces cristallisations n'adhéraient pas directement au bois, mais à une mince couche de givre, probablement de surfusion, qui couvrait le poteau. Pareille remarque avait été faite par l'auteur en 1896 à l'hospice du Grand-St-Bernard, où de telles formations cristallines adhéraient au givre arborisé des vitres.

Les trémies de Vers l'Eglise étaient un givre de sublimation, attribuable à l'action lente et continue du courant d'air très froid et très faible qui descend avec la rivière

MM. Forel et H. Dufour complètent les explications de M. Mercanton.

SÉANCE DU 19 JANVIER 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

MM. *Demiéville* et *Pelichet* sont reçus membres de la Société.

La candidature de M. *Galli-Valerio*, professeur de parasitologie est annoncée ; elle est appuyée par MM. Gauthier et Borgeaud.

Communications scientifiques.

M. le Dr **A. Schenk**, professeur, fait une communication sur les Populations lacustres au point de vue anthropologique. En 1894 et 1895 des fouilles faites à Chamblandes près Pully, au Châtelard et à Montagny sur Lutry mirent au jour une série de tombes mesurant

un mètre de long sur cinquante centimètres de large, ainsi que de profondeur. Les parois en étaient formées par cinq dalles en pierre calcaire des Alpes ou en grès dur feuilleté de la Paudèze. Elles contenaient, outre les débris de squelettes humains, les objets suivants :

1° Des amulettes et des colliers en rondelles d'os;
2° Des grains d'un collier en jayet, variété de lignite ;
3° Des morceaux d'ocre jaune et de galène ;
4° Des mâchoires et divers fragments d'os de rongeurs;
5° Un assez grand nombre de haches polies, en général bien travaillées, mais plutôt de petites dimensions et toujours constituées par des roches indigènes;
6° Plusieurs emmanchures ou gaines de haches et de ciseaux en bois de cerf ;
7° Des ciseaux et des pointes de flèche en os ;
8° Des fusaïoles en pierre ;
9° Des débris de poterie.

Ces différents objets permettent de rapporter ces sépultures ou cistes de pierre au plein de la période néolithique, à l'époqne robenhausienne de Gabriel Mortillet, et ces dernières doivent être considérées comme le type concentré des inhumations lacustres à l'époque néolithique ; elles ont certainement reçu les restes des habitants des anciennes palafittes qui se trouvent dans ces régions ainsi que le témoignent encore de nombreux pilotis placés immédiatement au-dessous de Chamblandes.

Les douze crânes passablement intacts retirés de ces sépultures appartiennent à trois types distincts : six sont dolichocéphales ou sous-dolichocéphales avec un indice céphalique moyen de 75,2; trois sont mésaticéphales et trois autres sont brachycéphales avec un indice moyen de 82,4.

Ces brachycéphales néolithiques des bords du Léman se rapprochent beaucoup des races de Furfooz n° 2 et de Grenelle, ainsi que de ceux découverts dans les plus anciennes palafites de l'âge de la pierre; ils doivent donc être considérés comme leurs descendants directs. Quant aux crânes dolichocéphales, les uns se rapprochent du type de Hohberg ou dolichocéphale néolithique, les autres du type de Sion des anthropologistes suisses : mais ce type de Sion, ainsi que les crânes mésaticéphales, doivent être le résultat d'un premier mélange entre les races brachycéphale et dolichocéphale ancienne et néolithique. Il n'est donc plus permis de considérer, avec Keller, His et Rütimeyer, les populations appartenant au type de Sion comme étant celles qui auraient construit les premières palafittes. Il est probable qu'au moment où la période quaternaire fait place aux temps actuels, des immigrants à tête arrondie envahissaient nos contrées, introduisant avec eux la hache de pierre polie, la culture des céréales et les animaux domestiques. Plus tard, durant le plein de la période néolithique, la Suisse a vu immigrer des dolichocéphales en grand nombre (venant probablement des régions septentrionales), puisque c'est eux qui sont le plus fortement représentés au sein des sépultures néolithiques. Comme le montrent ces sépultures, ces populations étaient sédentaires et vivaient en paix côte à côte. Elles n'ont point disparu avec l'âge de la pierre polie, car elles se rencontrent en Suisse aux époques suivantes et l'on peut même les suivre jusque dans les populations helvétiques actuelles. *(Voir aux mémoires.)*

M **Pelet** constate que les conclusions auxquelles M. Schenk est arrivé sont analogues à celles résultant de recherches faites dans la Haute-Alsace.

M. **S. Bieler** ajoute, à propos de la communication de M. le Dr A. Schenk, qu'il est intéressant de constater dans les ossements d'animaux domestiques trouvés dans les palafittes des indices d'un travail d'amélioration des animaux dans la période de la pierre polie, les crânes bovins semblent plus développés que dans la période précédente ce qui indiquerait un entretien du bétail plus intensif.

Toutefois M. Bieler croit qu'il faut faire des réserves quant aux origines attribuées aux diverses races : Bos frontosus, B. Brachyceros et B. primigenius. Ce dernier paraît le plus antique, bien qu'un naturaliste, M. Arenander, ait publié, tout dernièrement, dans les *Annales de Halle*. une dissertation cherchant à prouver que le bœuf primitif aurait été sans cornes, *Bos akeratos*, et que les autres en seraient des dérivés.

Il faudrait surtout faire quelques réserves sur l'origine palafitte du Bos frontosus et sur ses rapports directs avec le bétail tacheté actuel.

M. le Dr **L. Pelet** présente à la Société le résultat de ses études sur les calorifères à feu continu La marche de plusieurs de ces appareils a été contrôlée par l'analyse des gaz des fumées. Malgré les circonstances de toutes sortes qui influent sur la marche d'un calorifère, qu'elles tiennent à la nature du combustible, à la construction du calorifère et de la cheminée ou à l'atmosphère ambiante, il a pu par des analyses nombreuses exercer le contrôle de façon à rendre les résultats comparables.

Il est arrivé aux conclusions suivantes : Il y a toujours présence d'une faible quantité d'oxyde de carbone qui varie de 0,4 à 3 %, quelquefois elle s'élève jusqu'à 3 ou 3,5 %. La proportion d'oxyde de carbone est toujours plus grande à la fin de la nuit, lorsque le calorifère n'a pas été nettoyé plusieurs heures durant.

La combustion et par conséquent la quantité de bioxyde de carbone varie avec le tirage et avec chaque calorifère. Si l'on admet, que le calorifère le plus parfait (qui d'ailleurs n'existe pas) donne avec le tirage minimum 0 % de CO^2 et 21 % de bioxyde de carbone avec le tirage maximum, on peut représenter graphiquement, correspondant aux variations de tirage, les variations de la quantité de bioxyde de carbone. En analysant les résultats, on constate que les meilleurs calorifères sont ceux où la quantité d'anhydride carbonique croit progressivement avec l'accroissement du tirage.

Ex.	Tirage minimum .	3,6	% CO^2
	» moyen . .	9—12	% CO^2
	» minimum .	12—13	% CO^2

Pour d'autres, au contraire, la quantité de bioxyde de carbone augmente du tirage minimum au tirage moyen et après avoir atteint une valeur maximale elle diminue à mesure que la quantité d'air introduite augmente.

Ex.	Tirage minimum .	3 — 4,6	% CO^2
	» moyen . .	7,6— 12,2	% CO^2
	» maximum.	7,3— 2,8	% CO^2

Avec un calorifère défectueux, au contraire, la variation de la

quantité d'anhydride carbonique est peu sensible comme le montre l'exemple suivant :

Tirage minimum .	1	—	3 % CO^2
» moyen . .	3	—	3,6 % CO^2
» maximum .	3,6	—	2 % CO^2

Ces données, telles qu'elles sont indiquées ici, sont incomplètes, mais elles permettent de juger de la valeur d'un calorifère à feu continu.

Dans les différents essais que nous avons faits nous avons constaté que la quantité de CO^2 ne dépasse pas 12-13 %.

Si la cheminée qui fait suite au calorifère est bien construite et en bon état, il n'y a pas de danger en utilisant un calorifère à feu continu, si mauvais soit-il ; leur plus grand désavantage réside dans la perte considérable qu'entraîne la mauvaise combustion.

Nous pensons que ce travail offre de l'intérêt et c'est sur le conseil d'un constructeur que nous l'avons entrepris, afin de remédier si possible aux imperfections des calorifères.

Nous avons en outre déterminé le volume des gaz et le rendement par kilogramme de combustible. Si n représente le volume d'anhydride carbonique en %, p le volume d'oxyde de carbone %, a celui de l'azote, o celui de l'oxygène, e celui de l'eau, r la quantité de carbone non brûlé, c la proportion de carbone du combustible, le volume des fumées par kilogramme de combustible V est donné par la formule.

$$V = \frac{C \times 100}{(n \times 0.4916) + (p \times 0.5306) + r}$$

et la perte P par la formule.

$$P = \frac{V}{100} (t - t') (n + 0.414) + (p + a + 0) 0.308 + (e \times 0.495).$$

Le volume des fumées par kilogramme de combustible a naturellement varié d'un calorifère et souvent d'une expérience à l'autre. Les volumes calculés sont généralement compris entre 15 et 50 m³ et l'on peut admettre que le calorifère est défectueex si la moyenne dépasse 30 m³.

La perte de chaleur par les fumées variait de 5-30 % et il est généralement admis que la perte nécessaire ne doit pas s'écarter de 10-20 %. Le calorifère pour lequel nous avons obtenu une perte inférieure à 10 % était un appareil inconstant qui ne tenait pas à l'afflux d'air et qui variait à la moindre cause extérieure. La perte de 30 % correspond à un calorifère défectueux dans lequel la combustion n'a pas dépassé, avec n'importe quel tirage, 3,6 % de bioxyde de carbone.

MM. **Krafft, Amann.** S. et T. **Bieler, Dutoit** et **Pelet** émettent leurs opinions sur différents points soulevés par ce travail.

La société est saisie d'une proposition de M. Krafft tendant à blâmer l'usage des fourneaux à pétrole.

Cette proposition est admise.

SÉANCE DU 2 FÉVRIER 1898

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le Dr B. *Galli-Valerio* est proclamé membre de la société.

M. Forel, qui a bien voulu continuer le dépouillement et la classification des documents de Sylvius Chavannes, présente un rapport intéressant sur des notes et travaux de Morlot qui s'y trouvaient contenus. Ce sont:

1° Les notes prises au cours de géologie, professé par Morlot, à l'Académie de Lausanne et relevées par Zollikofer.

2° Rapport sur une mine d'anthracite à Chambellien près Sion.

3° Rapport sur des sources à Cossonay.

4° Enfin, des notes inédites sur l'histoire de la géologie, différents manuscrits relatifs à des conférences et des lettres écrites par Morlot et les réponses de savants étrangers ou suisses parmi lesquelles nous remarquons une lettre de Escher de la Linth.

M. Forel propose que l'un des jeunes membres de la société établisse un catalogue définitif de ces documents. Cette proposition est admise et M. Lugeon est désigné pour faire ce classement.

Communications scientifiques.

M. **H. Barber**, cand.-méd., a observé une anomalie du foie chez un homme adulte. Le foie était prolongé par un véritable ligament qui le reliait à la rate d'une façon très remarquable

Le lobe gauche prolongé par du tissu hépatique se terminait en pointe mousse et était relié au bord interne de la face postérieure de la rate par un tractus fibreux très dense et très fort, auquel M. Barber a donné le nom de ligament hépatico-splénique. On pourrait croire que le foie se trouvait très développé, mais ce n'était pas le cas; au contraire, le foie et la rate étaient plus petits que la grandeur normale, mais cela n'a rien d'étonnant, puisque ces glandes sont sujettes à des variations de forme et de grandeur.

Cette anomalie, rencontrée chez un ouvrier adulte bien proportionné et fortement musclé, ne semblait pas l'avoir dérangé en aucune façon. Par contre son estomac se trouvait beaucoup plus petit qu'à l'ordinaire et le petit contour en était légèrement aplati.

Le ligament triangulaire du foie ne saurait exister, étant donné le prolongement du foie qui forme ainsi le ligament hépatico-splénique.

L'artère splénique était assez volumineuse et par places enroulée sur elle-même.

Dans l'exemple que nous citons, tout déplacement de la rate était impossible et ses mouvements étaient solidaires de ceux du foie. L'auteur a cru bien faire de signaler cette singulière disposition, qui est peut-être plus fréquente qu'on ne le suppose ordinairement et qui peut présenter de l'intérêt pour la médecine opératoire.

M. **Wilczeck**, professeur, fait la communication suivante sur la toxicité des graines d'Euphorbes.

Un certain nombre de pigeons avaient péri sans cause apparente

à Vevey. Les gésiers de ces pigeons étaient remplis de graines diverses, que M. le professeur Rey à Vevey a bien voulu me communiquer. Les pigeons auraient trouvé ces graines dans les jardins et terrains vagues autour du pigeonnier. Le 80 % environ de l'échantillon de graines examiné consistait en nucules noirâtres de 2-2,5 mm. de longueur, à péricarpe réticuleux, globuleux, légèrement comprimé latéralement et tronqué, échancré au sommet. Il fut facile de les identifier avec les fruits du *Fumaria officinalis* L. La partie restante était constituée des capsules caractéristiques d'un *Euphorbia*, longues de 2 mm., à coques fortement bombées, munies d'une faible dépression dorsale, de coques isolées et de graines ovoïdes-hexagonales, blanchâtres, de 1,5 mm. de longueur, munies de 4 à 5 séries longitudinales de trous disposés par rangées de 3 à 4. Elles furent déterminées comme appartenant à l'*Euphorbia Peplus* L.

Les enveloppes séminales n'étaient point attaquées par l'action du suc digestif ; les graines ne pouvaient donc pas avoir séjourné longtemps dans l'estomac. Vu l'hiver particulièrement doux dont nous avons joui jusqu'ici, il n'y a rien d'extraordinaire dans le fait que ces deux plantes se trouvent à l'état fructifère à cette saison.

Les graines d'*Euphorbia Peplus* ont-elles vraiment causé la mort des pigeons ? Malgré qu'il n'ait point été possible de faire l'autopsie de ces derniers, l'auteur conclut pour l'affirmative. Si les fruits du *Fumaria officinalis* ne peuvent pas être suspectés, il n'en est pas de même pour les graines de l'*Euphorbia Peplus*. L'*Euphorbia resinifera* Berg. exceptée, nos connaissances chimiques sur les Euphorbes sont à peu près nulles. On leur attribue généralement des propriétés âcres et drastiques. Toutes les observations concordent à dire que les graines sont tout particulièrement actives. Celles d'une espèce de l'Europe méridionale, l'*Euphorbia Lathyris*, sont encore aujourd'hui usitées comme purgatif drastique. (*Semina Cataputiæ minoris*). D'après Caraven, Cochin et Subour, *Bull. thérap.* 1881, p. 368, 10 à 12 graines suffiraient pour produire des phénomènes d'intoxication graves chez l'homme ; il serait préférable de ne pas les usiter du tout. Dans une étude récente, le Dr Beauvisage, professeur à Lyon, arrive à des résultats semblables pour les graines du Ricin. Il paraît donc très probable que les graines de l'*Euphorbia Peplus* possèdent des propriétés toxiques qu'il vaudrait la peine d'étudier ultérieurement.

M. **F.-A. Forel** a vu, le 18 août 1897, sur l'Oder, entre Stettin et le Grosse Haff de Swinemünde, à la surface du fleuve, la couche huileuse, qui dans le port de Stettin était une lame continue, être percée de taches de plus en plus larges d'eau vive, celle-ci étant reconnaissable par l'établissement des rides et des vaguelettes qu'y développaient une brise très fraîche. Le même fait a été observé par MM. Forel et Lugeon sur la Moskwa, et par M. Lugeon sur la Volga. L'eau de ces fleuves, qui à Moscou et à Nijni-Nowogorod était parfaitement sale de naphte et d'autres matières huileuses, était relativement propre à Miatschkowo, à 50 km. en aval de Moscou, ou au confluent de la Kama, à 400 km. en aval de Nijni.

M. Forel attribue cette purification des eaux à l'échouage progressif sur la grève du fleuve des substances huileuses qui adhèrent facilement aux corps solides; elles se déposent sur les galets ou roseaux de la rive en y formant cette écume savonneuse que l'on

observe souvent sur la grève des fleuves, comme sur celle des lacs ou de la mer. — Comme, d'autre part, la couche huileuse emprisonne dans son réseau les poussières flottant à la surface, cette action d'échouage des taches d'huile débarrasse en même temps le fleuve des poussières qui, si elles étaient indépendantes, resteraient indéfiniment, ou du moins beaucoup plus longtemps, entraînées dans le milieu du courant. Ce mécanisme est certainement un procédé très efficace de purification naturelle des eaux des fleuves, qui sans cela, égouts de drainage de vastes contrées souvent industrielles, entraînant à la mer de grandes quantités de matières grasses, seraient une cause d'infection des contrées qe'ils traversent.

M. **Schardt** présente un fossile qui est peut-être le premier de son espèce, trouvé dans le Flysch de la Suisse. C'est une valve à stries concentriques appartenant à un mollusque lamellibranche. Cette coquille offre la structure fibreuse caractéristique des *Inoceramus*. L'échantillon paraît en effet appartenir à ce genre et c'est avec une vive satisfaction que M. Schardt a fait cette constatation, après avoir cru, au premier aspect, qu'il s'agissait d'une empreinte de *Zoophycos*. L'échantillon a été trouvé dans la roche en place sur le flanc nord de l'Arbenhorn qui fait partie de la chaîne du Niesen, au sud du massif des Spielgerten, dont le socle triasique repose par chevauchement sur ce Flysch.

M. **S. Bieler** donne quelques renseignements sur un état maladif des pigeons *boulants* ou à *grosse gorge*. On sait que ces animaux avalent de l'air pour gonfler leur jabot, ce qui leur donne une physionomie particulière, fort appréciée dans les concours d'aviculture.

Mais les plus belles choses ont un revers, et l'excès d'air amène peu à peu la distension, l'éraillement et l'affaiblissement du premier estomac. et de là difficulté d'une digestion normale, parfois même putréfaction du grain qui est dans le jabot. Il en résulte de l'amaigrissement et une descente du cou, qui traîne presque à terre. L'accident est surtout fâcheux quand le pigeon doit produire la matière laiteuse, destinée à la nourriture des jeunes pigeonnaux.

M. Bieler montre la figure d'un pigeon ainsi affecté de procidence du jabot, et un dessin de l'appareil très simple (un vieux bas de laine) dans lequel on suspend le pigeon pendant quelques semaines pour ramener l'état normal.

Observations actinométriques par M. **C. Bühler** et **Henri Dufour.**

Les observations actinométriques ont été faites en 1897 à Clarens, Lausanne et aux Rochers de Naye, avec les mêmes instruments qu'en 1896, c'est-à-dire avec des actinomètres de M. Crova. Voici les valeurs moyennes pour les divers mois des observations faites de 11 h. 30 à 12 h. 30 (H. E. C.) les jours de ciel pur :

Mois	1897	1896
Janvier	0,815	0,790
Février	0,875	0,786
Mars	0.920	**0,886**
Avril	**0,960**	0,882
Mai	0,890	0.870
Juin	0,850	0,853
Juillet	0,860	0,854
Août	**0,940**	0,870
Septembre	0,910	0,867
Octobre	0,840	0,885
Novembre	0,780	0,882
Décembre	0,790	0,803
	0,869	0,852

Le maximum de printemps a eu lieu en 1897 en avril au lieu de mars en 1896, un second maximum assez prononcé s'est produit en août. La période sèche d'octobre, novembre et décembre 1897 se traduit par une diminution de transparence actinique de l'air comparée à celle des mois correspondants de 1896.

A Clarens le maximum absolu a eu lieu le 7 avril avec 1 cal. 03.

Au sommet des *Rochers de Naye*, 2080 m., les maxima absolus observés sont :

Mai 0,98 Juin 1,09 Septembre 1,07

A ces maxima correspondent aux mêmes époques à *Clarens :*

Mai 0,95 Juin 0,84 Septembre 0,97

Il en résulte pour les quantités absorbées par la couche d'air de 1700 mètres qui sépare les deux stations:

Mai (le 13) 0,03 Juin (le 24) 0,25 Septembre (le 27) 0,10

D'après les observations simultanées du 24 juillet à 11 h. 45 faites par M. Dutoit à Naye et Bührer à Clarens, on trouve:

Naye 1 cal. 14 Clarens 0 cal 84 Différence 0 cal. 30

Les observations simultanées faites entre Naye et Lausanne 510 m., ont donné pour le 30 mai les valeurs suivantes:

Naye 0,89 Lausanne 0,75 Différence 0,14

Quelques observations ont été faites sur la chaleur réfléchie par un bassin d'eau tranquille, cela afin de compléter les observations faites à Villeneuve en 1896; il résulte de ces mesures du 29 juin que une heure avant le coucher du soleil, la quantité de chaleur réfléchie atteignait 20 % de la chaleur directe qui s'élevait alors encore à 0 cal. 47.

SÉANCE DU 16 FÉVRIER 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

M. le président donne connaissance d'une lettre invitant la Société à se faire représenter au Ve Congrès international de zoologie à Cambridge. M. le professeur Blanc sera chargé d'y représenter notre Société.

M. Borgeaud annonce la publication dans le prochain numéro du Bulletin, du catalogue des périodiques rédigé par M. Pelet, en 1896. Il informe en outre les membres de la Société qui auraient des brochures à donner à notre bibliothèque, de le faire sans tarder, avant que le catalogue des brochures soit terminé.

M. *Renevier* demande si le comité a reçu une circulaire de la Société helvétique des sciences naturelles au sujet de la proposition que M. Graf a faite à Engelberg, concernant la publication complète des œuvres de savants suisses décédés. M. Borgeaud dit que l'objet de cette circulaire sera discuté dans la prochaine séance du comité.

Communications scientifiques.

M. **H. Schardt**, professeur, présente plusieurs remarques au sujet du compte rendu d'une communication faite par lui dans la séance du 2 juin 1897.

Ce compte rendu n'est venu à sa connaissance qu'après son impression dans le Bulletin N° 125, p. XXVII. M. Schardt constate ce qui suit :

« Le procès-verbal du 2 juin dit en toutes lettres que je n'ai fait » qu'exposer, en 1893, une théorie que M. Marcel Bertrand avait déjà » émise en 1884. Or, le but de ma communication était justement de » montrer la grande différence qu'il y a entre l'hypothèse de » M. Bertrand et ma démonstration, publiée en 1893. (*Archives de* » *Genève*, Déc. 1893.)

» La liste bibliographique que donne le procès-verbal du 2 juin, » ne cite pas le compte rendu de la *Séance du 15 mai 1895*, document » très important pour l'historique de la question.

» M. Bertrand a exprimé en 1884, d'après l'examen des cartes » géologiques suisses, une supposition qu'il appelle lui-même une » « Working hypothesis ». Tandis que ma démonstration de 1893, » bien complétée depuis lors, est basée sur 14 années de recherches » et repose ainsi sur des observations et des constatations positives. » Elle diffère d'ailleurs de l'hypothèse de M. Bertrand autant par les » arguments, que par les conclusions et la portée de celles-ci. En » cela M. Bertrand est absolument d'accord avec moi ! »

M. Schardt donne lecture d'une lettre de M. Bertrand confirmant cette déclaration.

M. **Henri Dufour** expose les résultats des expériences qu'il a faites pour vérifier si la *déperdition de l'électricité* de la machine de Holtz se fait différemment de celle produite par d'autres machines électrostatiques comme cela a été annoncé par M. de Henn en 1896 (*Bulletin de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXXII). Les mesures n'ont pas montré de différences attribuables à l'origine de l'électricité, mais elles montrent une fois de plus les précautions minutieuses qui doivent être prises pour éviter des causes d'erreur, lorsqu'on électrise des corps *médiocres* conducteurs tel que le bois et qu'on mesure la déperdition superficielle qu'ils éprouvent.

M. **H. Schardt**, professeur, parle de la *stratigraphie du calcaire du Mont-Arvel*. Ce calcaire constitue dans la série des terrains

jurassiques des Préalpes romandes un niveau très caractéristique qui a été considéré jusqu'ici comme rentrant dans le lias inférieur (sinémurien). C'est un calcaire spathique nettement caractérisé comme *brèche échinodermique*. C'est dans l'anticlinal allant de Villeneuve au Vanil-Noir que ce terrain est le mieux à découvert. Son facies a été comparé à celui du Lias de Hierlatz (Alpes autrichiennes).

La vallée transversale de la Sarine offre entre Rossinières et Cuves (Pays d'Enhaut vaudois), une coupe complète de cette formation. Elle présente ici une *assise inférieure*, de calcaire gris, localement rougeâtre, tantôt échinodermique, tantôt compacte et homogène. Ce calcaire repose sur la cornieule qui affleure au milieu de l'anticlinal. La faune qu'il renferme est analogue à celle du Lias de Saltrio (Rhynchonelles) et le niveau paléontologique est nettement attesté par l'*Aegoceras planicosta* et l'*Aeg. raricostatum* qui se trouvent ailleurs dans le *Sinémurien supérieur* (Lias β de Quenstedt). Il est dès lors étonnant que les Brachiopodes aient plutôt de l'affinité avec ceux du Lias moyen partie inférieure (Cymbien). Cette question ne pourra être tranchée que par une étude minutieuse des fossiles de ce gisement et d'autres dont il va être question.

Sur un premier massif de calcaire échinodermique, épais de 50 m., suit une zone calcareo-marneuse et schisteuse de 10 à 12 m., dont la surface des lits est couverte d'empreintes de *Zoophycos*. Un lit de marne, épais d'à peine 10 cm., est rempli de petits fossiles; ce sont des *Pleuromyes* et des petits moules de forme très caractéristique que Gilliéron avait considéré comme appartenant à une *Mactromya*. Il avait, pour des raisons pétrographiques, classé cette assise, et tout ce qui se trouve en amont, dans le *Toarcien* (couches à *Posidonomyes*). J'ai pu m'assurer toutefois que ce petit fossile se rapporte avec le plus de probabilité au genre *Cardinia*.

Un nouveau massif de calcaire échinodermique mis à découvert par la nouvelle route, se superpose à cette zone marneuse ; il ne contient pas de fossiles intacts et supporte à son tour le Toarcien à Fucoïdes

J'ai pu reconnaître cette même superposition au Mont-Arvel, où le calcaire spathique est exploité depuis un grand nombre d'années comme pierre de taille, pierre à bâtir et à paver.

Il y a là également un *massif inférieur* de calcaire échinodermique, épais d'environ 50 m., où prédominent les teintes rouges et violacées, tandis que le *massif supérieur*, épais de 75 m., est presque entièrement gris, sauf à la base. Entre deux se trouve une zone marneuse mesurant seulement 4 m. et qui se voit distinctement de loin dans la carrière moyenne du Mont-Arvel.

C'était pour moi une surprise bien agréable de constater dans cette assise intermédiaire la présence des petits fossiles identiques à ceux de Rossinières, les *Pleuromyes* et les *Cardinies* foisonnent dans les lits de la base de l'assise.

J'avais découvert cette assise, il y a une dizaine d'années, dans une situation des plus extraordinaires, dans la carrière supérieure du Crêt, sur Villeneuve; c'est un lambeau de 4 à 5 m. d'épaisseur de couches marneuses horizontales, remplies des mêmes petits fossiles reposant sur la tranche du calcaire rhétien, ce dernier en position presque verticale. C'est sans doute un lambeau qui a glissé d'en haut postérieurement au creusement de la vallée de la Tinière.

Si cette assise ne permet pas de fixer avec précision l'âge des assises de calcaire spathique qu'elle divise en deux, elle constitue du moins un niveau stratigraphique extrêmement précieux et caractéristique, montrant que la même couche s'étend sans changement de facies sur une grande étendue des Préalpes. Les fossiles et la roche qui les renferme sont à tel point identiques qu'il est impossible de distinguer les fossiles d'après leur gisement.

Le Creux de la Dérochiaz, sur le flanc du Grammont, offre aussi le facies échinodermique du Lias. La couche à *Cardinies* s'y retrouve également ; mais je ne l'ai pas encore trouvée en place. J'ai toutefois la preuve de son existence par la découverte d'un fragment de calcaire marneux avec fossiles dans les éboulis au-dessus des Evouettes. Au Grammont, la superposition du calcaire à facies spathique au sinémurien formant le noyau de la voûte, est très bien visible ; cette voûte est la continuation de celle de la vallée de la Tinière entre le Mont-Arvel et les Rochers de Naye.

En dehors des gisements cités, le calcaire spathique du Lias inférieur et moyen se rencontre dans presque toutes les Préalpes sur les deux rives du Rhône, mais nulle part avec un développement en épaisseur aussi considérable qu'entre Villeneuve et Rossinières. Je l'ai observé dernièrement à la montée du Gros Tzermont (Gruyère), où il est riche en fossiles *(Avicula)*. J'en connais encore deux gisements dans des situations des plus extraordinaires. L'un est un lambeau de calcaire spathique, serré, en discordance, entre le Toarcien et le Trias sur le flanc N du Mont-Cubli sur Montreux *(voir Mat. Carte Géol. Suisse* XXII, pl. IV, fig. 8) ; l'autre se trouve dans la vallée de la Grande-Eau, au pied du Chamossaire, au rocher de Hauta-Crettaz, sur Exergillod. J'ai constaté là le même calcaire, soit compact, soit échinodermique, rouge ou gris, comme l'assise inférieure de Rossinières et avec les mêmes *Rhynchonelles (Rh. Brisies var. belemnitica)*.

Ce rocher calcaire que j'avais pris jadis pour du Malm, est, pour la plus grande partie, du calcaire compact gris clair, resserré entre le Trias et le Flysch, au milieu d'un dédale inextricable de couches tourmentées. La constatation de son âge liasique avec ce facies est donc d'un grand intérêt.

Le problème qui se pose maintenant est de savoir si l'ensemble de ces calcaires à facies échinodermiques rentre dans le Sinémurien, ou s'ils correspondent plutôt au Lias moyen (Charmonthien), ou bien encore, si la partie supérieure, avec la couche à petits fossiles, est toarcienne comme le pensait Gilliéron. L'étude détaillée des fossiles et des gisements pourra seule trancher la question. C'est un travail que je compte entreprendre par la suite. Il serait intéressant de constater la couche à petites *Cardinia* et *Pleuromya* dans d'autres localités des Préalpes. C'est à ce titre que j'attire l'attention sur cette assise.

Une discussion s'engage sur cette communication entre MM. Renevier et Schardt.

M. **S. Bieler** dépose à la bibliothèque un article de M. de Varigny sur la *télégonie* que les Allemands ont appelée l'*Imprégnation* ou l'*Infection*. Il s'agit de l'influence d'une première gestation sur le produit d'une seconde.

L'attention avait été éveillée sur ce fait par la naissance d'un poulain *zébré* qui provenait d'un père cheval, pur sang arabe, mais le poulain succédait à un produit mulet provenant d'un père zébré.

Le fait, qui s'était passé chez Lord Morton, est raconté dans la revue *Philosophical transactions* de 1821.

Mais quoique l'on puisse citer plusieurs faits analogues, il y a eu de nombreuses contradictions, quelques-unes s'appuyant sur des expériences négatives.

M. de Varigny reprend le sujet et apporte une nouvelle expérience du professeur Cossar Ewart d'Edimbourg.

Cetexpérimentateur a cherché dernièrement à se mettre dans les mêmes conditions que Lord Morton et il a eu le même résultat, c'est-à-dire qu'il a obtenu la naissance d'un produit zébré descendant de parents de pur sang, mais sous l'influence d'une gestation antérieure d'un mulet zèbre.

M. **Schardt** parle encore de *quelques détails tectoniques* de la chaîne des *Cornettes de Bise* entre la Pointe de Tanay et le Roc Chambairy séparant le vallon de Miex de celui de Tanay. Cette arête, formée par un synclinal crétacique (couches rouges) entouré de Malm, offre des affleurements de Crétacique sur ses deux versants alors que c'est sur le versant N seulement que ce terrain devrait exister. Comme il n'est pas possible d'admettre deux synclinaux de crétacique, j'avais attribué les réapparitions locales des couches rouges à des décrochements résultant de déversements inégaux de l'arête.

Or, au cours d'études nouvelles faites l'année dernière, il m'a été possible de m'assurer que les couches rouges sur les deux versants de l'arête appartiennent au *même synclinal*. Ce synclinal au lieu d'être simplement déjeté au NE en forme de V, présente à sa charnière un retroussement en forme de *faux anticlinal*. Cette particularité très intéressante, étant difficile à décrire sans figures, fera l'objet d'une petite note spéciale.

SÉANCE DU 2 MARS 1898

à l'auditoire de physique

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Candidatures. — Il est parvenu au bureau la candidature de M. Louis *Barbey*, médecin, à Lausanne; elle est appuyée par MM. Wilczeck et Pache.

M. Forel, dans le dépouillement des papiers de Sylvius Chavannes, a extrait les documents suivants se rapportant à Morlot.

1° Un carnet de notes personnelles sur différents sujets de biologie et d'archéologie.

2° Notes manuscrites sur l'éboulement du Tauretunum.

3° Une carte géologique du canton de Vaud donnée en 1856 à Morlot par la Société vaudoise des sciences naturelles et qui fait aujourd'hui retour à la Société.

M. VIONNET annonce quelles sont les démarches faites par le Comité, tendant à la conservation des blocs erratiques dans notre pays.

Il profite du fait que nous sommes réunis à l'auditoire de physique pour montrer en projections une série de photogrammes de blocs erratiques et de pierres ayant un intérêt géologique et archéologique.

M. SCHARDT approuve les démarches faites pour la conservation de ces intéressants monuments et dit toutes les difficultés que l'on doit surmonter pour atteindre ce but.

Communications scientifiques.

M. **E. Bugnion.** *La nouvelle théorie du sommeil.* Le caractère essentiel du sommeil est l'abolition plus ou moins complète de la conscience de soi. La conscience et les facultés qui en dépendent (raisonnement, perceptions, volitions) sont momentanément suspendues, tandis que les fonctions organiques et les réflexes subsistent.

La conscience ayant pour instrument l'écorce grise du cerveau, la cause du sommeil doit être cherchée dans une modification passagère des éléments de cette écorce.

Les cellules nerveuses offrent deux espèces de prolongements : 1° le prolongement cylindraxile ou axone ; 2° les prolongements protoplasmiques ou dendrites. La cellule avec les prolongements qui en dépendent forme une entité appelée neurone. Les divers neurones ne s'anastomosent pas les uns avec les autres, mais entrent en relation par simple contact. La transmission de l'activité nerveuse se fait vraisemblablement de l'arborescence terminale du cylindraxe d'un neurone aux dendrites d'un neurone voisin (par contiguïté). On admet encore que les cellules d'un même groupe sont associées par contiguïté au moyen de leurs dendrites.

Des observations récentes ont montré d'autre part que les éléments nerveux offrent des modifications en rapport avec leurs divers états fonctionnels. L'activité de la cellule se traduit par une augmentation, la fatigue par une diminution de volume du corps cellulaire et du nucléus. La cellule fatiguée est moins riche en substance chromatique que la cellule au repos; son noyau offre des contours irréguliers; son nucléole est souvent indistinct.

Les premières données que nous possédons sur cette question sont dues à Hodge (1888). D'autres travaux ont été publiés dès lors par Magini, Vas, Lambert, Lugaro, Lévi, Pergens, Pugnat, etc.

Demoor qui a étudié plus spécialement l'action des narcotiques sur les éléments nerveux, a constaté (sur des chiens tués par la morphine, le chloroforme, etc.) que des dendrites sont plus ou moins rétractées et présentent, au lieu de leur aspect normal, une série de grains unis par un mince filament (aspect perlé).

Wiedershein examinant sous le microscope un entomostracé vivant (Leptodora hyalina) a remarqué que les cellules du ganglion céphalique offrent de continuels changements de forme. Les éléments nerveux de ce petit animal sont doués de mouvements amiboïdes.

Des faits si surprenants et si inattendus devaient suggérer de nouvelles conceptions sur le mode de fonctionnement du cortex cérébral. Partant de l'idée que les cellules nerveuses ne sont pas absolument fixes, mais qu'elles possèdent un certain degré de plasticité et de contractilité, Rabl Rückard (1890) a supposé qu'une légère expansion des arborescences terminales augmente le nombre des contacts, ouvre des voies de transmission, favorise par conséquent le travail psychique, tandis que la rétraction de ces filaments interrompt une partie des communications et produit une inconscience plus ou moins complète.

L'état de veille correspondrait à la phase d'activité des cellules (expansion), le sommeil à la phase de repos (rétraction).

Des vues analogues ont été développées dès lors par de Bœck (1891), Solvay, Lépine, Azoulay, Klippel (1894), Mathias Duval (1895) et Pupin (1896). Elles ont été combattues en revanche par Kœlliker, van Gehuchten et Ramon y Cajal.

M. **C. Buhrer** communique à la Société les renseignements suivants sur le *tremblement de terre du 22 février 1898*. Un mouvement sismique a eu lieu le 22 février vers l'extrémité Sud du lac de Neuchâtel. Le 22, à 2 h. du matin, premier choc, secousse faible, 6 h. du matin faible, 11 h. 43' 07" choc très fort; à 1 h. 40, 2 h. et 2 h. 20, secousses de plus en plus faibles, ressenties dans la partie centrale seulement; et les derniers mouvements ont été remarqués le 24 au matin, à 2 et 6 heures.

Les effets de ce tremblement ont été signalés par les journaux, nous n'y reviendrons pas.

Le choc principal, à 11 h. 43' 07" du matin a eu lieu près de Granson, peut-être sous le lac, puisque les vagues observées sur la rive venaient de l'Est.

A Grandson la population entière a ressenti le tremblement et a entendu le bruit qui l'accompagnait (ou le précédait suivant quelques-uns). Chacun est d'accord qu'il y avait une violente détonation, pareille à un coup de canon tiré très près, suivi d'un roulement sourd comme le bruit d'une maison qui s'écroule. Ici seulement des cheminées ont été renversées; M. Aug. Vautier dit que toutes sont tombées vers le SO. La direction observée par la plupart des personnes indiquent NS. ou SN.

A Sainte-Croix la direction est d'Est à Ouest, ou NS., suivant les observateurs. Le bas du village, qui repose sur un sol tourbeux, a ressenti la secousse beaucoup plus que la partie supérieure, bâtie sur sol rocheux.

M. le pasteur de Perrot estime la force du choc aux valeurs suivantes:

Pour le bas du village de Sainte-Croix VI (échelle Forel-Rossi).
Pour le haut du » » IV à V.
La Sagne III.
Les Granges de Sainte-Croix II à I.

La région centrale dans laquelle les meubles ont été déplacés, des plafonds fendus, etc., forme un triangle compris entre Provence, Sainte-Croix et Ependes. Un observateur de la Sarraz a fait la même observation chez lui. Dans cette région presque toutes les personnes couchées ou assises ont ressenti le tremblement, exceptionnellement seulement les personnes dans la position debout. Le bruit y

a été perçu comme un fort roulement souterrain et le mouvement du sol ressemblait à une vague qui passe.

Dans le Val de Travers quelques personnes ont entendu du bruit; à Neuchâtel, Bevaix, Verrières le tremblement a été observé, mais pas de bruit; de même au Sud et à l'Est du foyer, à Echallens, au Mont sur Lausanne, sur la rive du Lac Léman de Morges à Veytaux, dans la vallée de la Broye jusqu'à Chevroux, en face de Bevaix.

A Payerne et à Estavayer personne n'en a ressenti quoi que ce soit.

A Grandson, à la seconde secousse, à 1 h. 40, les appareils téléphoniques du bureau central et chez quelques abonnés se sont mis à sonner (M. Aug. Vautier).

La même secousse a produit sur les écoliers assis dans une classe — au rez-de-chaussée — l'effet d'un courant électrique dans les jambes, écrit M. Aug. Walter, régent à Grandson.

A Yverdon des abonnés à la lumière électrique ont aperçu quelque chose comme un faible éclair. M. Ernest Combier, qui nous communique ce fait, dit que se trouvant dans ce moment en un endroit humide d'un jardin, « il s'est trouvé pendant plus d'une demi-heure sous une impression très pénible. »

Cette communication a été suivie d'un exposé de M. Forel sur les mouvements du lac de Neuchâtel au moment du trouble sismique, et d'une discussion entre MM. H. Dufour, Forel, Ch. Dufour, Schardt, et Bührer.

MM. **Henri Dufour** et **C. Dutoit** font devant la Société les expériences de transmission des ondes électriques et de télégraphie sans fil de M. Marconi; ils exposent l'historique des découvertes successives dont le système Marconi est la synthèse. Le coherer employé est celui de M. Le Royer, de Genève, formé d'aiguilles aimantées entre les deux extrémités desquelles on a fixé de la limaille de fer. Les appareils télégraphiques relais et Morse sont les appareils utilisés dans la pratique télégraphique courante.

SÉANCE DU 16 MARS 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Démissions. M. le président annonce les démissions de MM. William *Grenier*, professeur, à Lausanne, et Adrien *Champion*, pharmacien, à Payerne.

Admissions. M. L. *Barbey*, médecin, à Lausanne est proclamé membre de la société.

Il est donné connaissance à l'assemblée de la proposition faite par M. Amann au comité, tendant à établir des concours scientifiques à l'usage de nos membres.

Ces concours se justifient par les raisons suivantes :

1° Ils contribueraient à l'avancement des sciences dans notre pays.

2° Ils seraient un attrait pour les jeunes membres et pour les membres forains.

3° Ils provoqueraient un grand nombre de communications au Bulletin.

Ces concours seraient récompensés.

M. le président demande à la société de se prononcer sur l'entrée en matière sur cette question. M. Bieler rappelle que le sixième des 120 000 fr. (actuellement 80 000 fr.) du testament de Rumine devaient servir de récompenses à des travaux originaux.

Pour différentes raisons cette somme a été détournée de sa destination et elle est l'origine des 600 fr. du fonds de Rumine qui sont consacrés chaque année à la bibliothèque.

M. Amann explique combien sa proposition se justifie et que le seul inconvénient serait de trouver la somme nécessaire aux récompenses sans déranger l'équilibre de notre budget. Il pense que l'on trouverait facilement des ressources suffisantes en instituant des conférences ou séances payantes à l'usage du grand public.

M. Blanc, sans être défavorable à la proposition de M. Amann, constate le peu de succès des concours de l'université. M. P. Jaccard croit que ces concours seraient un stimulant pour les membres qui ont peu de relations scientifiques. On vote l'entrée en matière.

M. Blanc propose de renvoyer toute la question à une commission pour étude.

Cette commission est composée de MM. H. Dufour, Amann, Ravessoud, Corboz, d'Aclens et Blanc.

Communications scientifiques.

M. **J. Amann** fait une communication sur quelques observations d'urologie. Il démontre la nécessité de considérer non seulement les qualités absolues des substances contenues dans l'urine mais aussi les *rapports* entre les substances. Ces rapports sont les cœfficients urologiques.

M. le Dr **Galli-Valerio** présente les *notes helminthologiques* suivantes : 1° Un cas de ladrerie chez l'homme. Il s'agit d'un adulte de 50 ans, dont l'autopsie a été pratiquée par M. le prof. Stilling. Cet individu présentait 4 cysticerques, 2 en correspondance des muscles du bras gauche et 3 en correspondance de ceux du bras droit. M. Galli a eu l'occasion d'examiner 2 de ces cysticerques, et il a pu constater que l'un deux présentait tous les caractères du Cysticercus cellulosœ, tandis que l'autre était un Cysticercus cellulosœ sans rostellum et sans crochets. Ce cas parle en faveur de l'hypothèse émise par M. Blanchard, que les cysticerques observés par Arndt, Heller. Nabias et Dubreuilh chez l'homme et qu'ils ont considéré comme le C. bovis n'étaient autre chose que des Cysticercus cellulosæ anormaux.

2° Expériences sur le Cysticercus pisiformis (Zeder). M. Galli a pu

observer que ce cysticerque est tué : s'il est maintenu à 53° pendant une minute; par une immersion d'une minute dans une solution de formaline à 1 % et en une demi-minute dans une solution de créoline à 2 %; en 5 minutes dans une solution saturée de chlorure de sodium. Il a pu être conservé pendant 4 jours dans l'eau. L'observateur ayant avalé 6 cysticercus pisiformis vivants, n'a pas constaté de développement du T. serrata dans son intestin, ce qui parle contre les observations de Vital et Cauvet qui affirment avoir observé ce tænia chez un homme en Algérie.

3° Expériences sur les embryons de Strongylus apri. Gmehlin. M. Galli a observé que les embryons de Strongylus placés dans l'eau et chauffés à 53° meurent en grande partie; quelques-uns seulement résistent jusqu'à 55°, quelquefois jusqu'à 58°. Sous l'influence des vapeurs de térébenthine de 20 à 25°, ils meurent en 60 minutes et en 40 minutes sous l'influence d'un mélange de Mastichis, Euphorbe, résine de sandaraque et ol. tereb. Placés dans l'essence de térébenthine ou dans ce mélange ils meurent en 2 ou 5 minutes. Desséchés à l'air, ils se trouvent encore vivants après deux jours, si on les mouille avec de l'eau. Placés sur du papier buvard dans des chambres humides, ils ont été observés vivants pendant un mois sans noter de développement.

Une discussion s'engage sur cette communication entre MM. Blanc, Bieler, Borgeaud et Galli.

SÉANCE DU 6 AVRIL 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Sur la proposition du comité, on accorde l'échange de notre Bulletin avec les publications des Sociétés suivantes :

Naturwirsenschaftlicher Verein in Winterthur.
Conservatoire et Jardin botaniques de Genève.
Société d'ethnographie et d'anthropologie de Grenoble.

Notre bibliothèque a reçu comme don, de la part de M. Dupraz, bibliothécaire cantonal, les catalogues complets de la bibliothèque cantonale et universitaire.

M. le président annonce la publication du Bulletin numéro 126 et pense que l'éditeur du Bulletin pourra faire paraître le numéro 127 à la fin d'avril ou au commencement de mai et le numéro 128 au milieu de juin.

M. *Forel* a dépouillé le reliquat des documents provenant de la bibliothèque de S. Chavannes. Morlot avait donné tous ses papiers scientifiques à M. S. Chavannes et M. Forel y a trouvé les ouvrages suivants qui seront remis à la bibliothèque :

1° 2 volumes de la Géologie suisse de Studer ;

2° Observations manuscrites concernant la paléontologie, la géologie et l'archéologie, parmi lesquelles se trouvent des coupes de la Molasse vaudoise, présentant un grand intérêt ;

3° 12 petits sacs contenant des notes bibliographiques et extraits dans les divers genres que cultivait Morlot.

M. Forel demande au comité de bien vouloir charger M. Lugeon de la publication du catalogue de ces documents.

Communications scientifiques.

M. **Forel** fait une communication sur le *raz de marée de Grandson.* Le tremblement de terre du 22 février, à 11 h. 43 du matin, a été signalé, entre autres, par une violente agitation des eaux du lac de Neuchâtel. Ce phénomène est rare ; c'est la première fois que nous le constatons depuis le commencement des études sismiques, inaugurées en 1879 par la Société helvétique des sciences naturelles ; il mérite donc d'être noté avec soin.

Les mouvements du lac ont été constatés par les observations suivantes :

1° A l'instant de la grande secousse, des enfants qui jouaient au bord du lac s'enfuirent dans les rues de Grandson en annonçant que le lac s'était subitement élevé d'un mètre de hauteur.

2° En apprenant cette nouvelle, quatre témoins, MM. Desplands, Jaccard, Schneider et Grandjean se rendirent tout de suite au bord de l'eau et constatèrent que les murs des quais et des jardins, devant la partie occidentale de la ville, étaient mouillés jusqu'à 55 et 60 centimètres au-dessus de la surface du lac.

3° Un jeune homme de 15 ans, Charles Fielieli, était près du lac dans les quartiers orientaux de la ville ; il vit le lac se soulever de 30 à 40 centimètres en crue subite.

4° Un pêcheur, Devenoge, ramait sur son « noie-chrétien » à mi-chemin entre Yverdon et Grandson, à quelque cinquante mètres de la rive ; le lac était ridé par une légère brise du nord-est, mais rien n'indiquait un coup de vent. Tout à coup, il fut surpris par cinq ou six grosses vagues qui assaillirent son bateau, le remplirent d'eau et faillirent le faire chavirer. Les vagues étaient mal formées, irrégulières, courtes et très rapides ; elles s'entrechoquaient, elles écumaient, elles étaient « moutonneuses » ; les grandes pouvaient avoir un mètre de hauteur. Ces vagues venaient de l'Est. Le pêcheur très étonné par ce phénomène incompréhensible, se hâta de regagner le rivage. Il vit encore les vagues couvrir un banc de sable qui dominait les eaux de 20 centimètres environ, surprendre des mouettes qui y reposaient et les faire prendre leur vol en tourbillonnant.

5° M. Fauconnet, pêcheur, a constaté, peu après le tremblement de terre que la grève, à Yvonand, de l'autre côté du lac, était mouillée jusqu'à 0.5 m. au-dessus du niveau de l'eau.

6° Une observation négative a un grand intérêt. Prévenu du phénomène que d'autres personnes avaient constaté au bord du lac, M. Auguste Vautier-Dufour se rendit au port de sa villa et reconnut que la grève émergée n'y était aucunement mouillée au-dessus du niveau du lac ; deux ouvriers qui, au moment de la secousse, travaillaient dans ce port sur une plage à fleur d'eau, n'ont pas vu la trace de l'élévation de l'eau. Or ce port, qui n'a vu ni vagues, ni surélévation de la nappe d'eau, est parfaitement fermé par des jetées du côté du Nord et de l'Est, et son goulet est ouvert du côté de l'Ouest. Des vagues serrées, comme celles décrites par le pêcheur Devenoge,

venant de l'Est, n'ont pu causer aucun trouble dans un bassin si bien protégé.

D'après cela le *raz de marée* du tremblement de terre de Grandson a consisté en une série de vagues courtes, serrées, rapides, d'environ un demi-mètre de hauteur. Le point de départ de ces vagues doit être cherché à l'Est de la ville de Grandson.

Ces faits nous aident à écarter définitivement les rapports que, au début des études sur les seiches, nous avions cru pouvoir chercher entre les seiches et le tremblement de terre. Sur le vu des très nombreuses observations connues de mouvements des eaux des lacs pendant les secousses sismiques (nous en possédons au moins 25 cas bien enregistrés dans les annales de l'histoire naturelle suisse) nous avions d'abord pensé que les mouvements du sol pourraient peut-être mettre en balancement l'eau des lacs, en analogie avec les secousses que nous imprimions à nos bassins d'expérimentation dans la production des seiches artificielles. L'absence absolue de toute inscription, sur les tracés des limnographes très sensibles que nous possédons au Léman depuis 1876, de seiche provoquée par les divers tremblements de terre constatés dans les vingt dernières années nous avait déjà mis en garde contre ces rapprochements. La considération de la nature même dans la nature de la secousse sismique nous avait aussi amené à un résultat négatif; il y a une différence radicale entre le rythme des secousses sismiques, oscillations du sol dont la période est en moyenne de demi à une seconde de temps, et le rythme des seiches qui, suivant la grandeur du lac, ont une période de 5, de 10, de 20, de 50 minutes et plus.

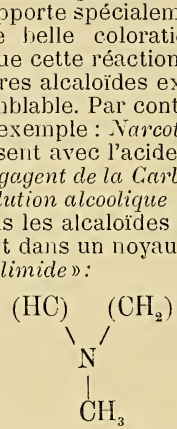
L'étude du raz de marée de Grandson qui nous montre des vagues solitaires d'oscillation progressive, se propageant dans un sens déterminé sur la surface du lac, nous permet d'éliminer sans retour possible toute analogie entre les mouvements sismiques de l'eau des lacs et les seiches, vagues d'oscillation fixe.

M. **F. Roux** présente à la Société *deux photographies d'argyronètes obtenues avec deux objectifs microphotographiques Zeiss* et communiquées par M. Zeiss, à Iéna.

Les objectifs employés sont, pour l'une, l'*objectif à projection et microphotographie de 35* mm. de foyer, et, pour l'autre, le « *Planar* » *n° 2, F. 35* mm., *1 : 4,5*. Ces deux photographies, de grandes dimensions (plaques de 50 cm.), ont été obtenues dans des conditions identiques et permettent de se rendre compte de la valeur exceptionnelle de l'objectif nouveau. L'image obtenue avec le « *Planar* » est merveilleuse de netteté et de finesse jusqu'à l'extrême bord, tandis que l'autre devient floue déjà à moins de 6 ou 7 cm. du centre et ne peut supporter aucune comparaison avec la première; l'auteur de la communication a obtenu également des résultats très beaux avec un « *Planar* » pour macrophotographie.

M. **Mercanton** résume et analyse les diverses observations qui pourraient faire admettre l'existence d'une *phosphorescence spéciale des neiges et glaciers*. De cette analyse et de quelques expériences photographiques, M. Mercanton conclut que jusqu'à présent nous ne sommes pas fondés à admettre cette phosphorescence et qu'il appartient à des recherches ultérieures de trancher la question. *(Voir aux mémoires.)*

M. le Dr Hermann **Kunz-Krause**, privat-docent à l'Université, communique les premiers résultats obtenus dans une série de recherches en appliquant la réaction dite « de Vitali » à un certain nombre d'alcaloïdes Pour exécuter cette réaction. on évapore au bain-marie une petite quantité de l'alcaloïde avec de l'acide azotique fumant. Le résidu de l'évaporation — qui dans la plupart des cas est coloré en jaune — est repris par quelques gouttes de potasse caustique en dissolution alcoolique. La désignation de cette réaction comme « *réaction de Vitali* » se rapporte spécialement à l'*Atropine*, qui donne dans ces conditions une belle coloration bleu-violet. M. Kunz-Krause a pu constater, que cette réaction est en effet réservée à l'atropine. Aucun des autres alcaloïdes examinés jusqu'à présent ne donne une coloration semblable. Par contre l'auteur a constaté que quelques alcaloïdes, par exemple : *Narcotine, Hydrastine, Morphine, Codéïne, Nicotine* fournissent avec l'acide azotique fumant des résidus d'évaporation, *qui dégagent de la Carbylamine après addition de potasse caustique en dissolution alcoolique — ou seulement et même mieux — aqueuse !* Or tous les alcaloïdes sus-indiqués, qui donnent cette réaction, renferment dans un noyau hétérocyclique le groupe « *alkimide* » resp. « *méthylimide* »:



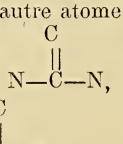
placé entre 2 atomes de carbone, dont les affinités disponibles sont saturées par 1 resp. 2 atomes d'hydrogène !

M. Kunz-Krause insiste sur ce fait, que trois alcaloïdes : la *Caféïne*, la *Cocaïne*, l'*Atropine* paraissent faire exception à la règle. Bien que la constitution de ces trois bases fasse présumer la formation de Carbylamine, l'auteur n'en a pas pu constater le dégagement. L'auteur fait encore ressortir que, selon la nouvelle formule acceptée récemment par M. *E. Fischer*, la Caféïne renferme deux noyaux condensés :

1° un noyau hexacarbo-diazoïque et
2° » » pentacarbo-diazoïque.

Dans le premier de ces deux noyaux, les deux groupes « *Alkimides* » resp. « *Méthylimides* » sont placés soit entre 2 groupes CO, soit entre 1 groupe CO et un atome de carbone quaternaire [1] : fait qui expliquerait éventuellement pour ceux-ci l'exception. Quant au noyau pentacarbo-diazoïque la réaction négative s'explique

[1] L'atome de Carbone distingué ici comme quartenaire, est fixé par une double liaison à un autre atome de C et en outre

à *deux* atomes d'Azote :  ou à un troisième atome de C

et à *un* atome d'azote :

peut-être parce que le groupe « *Méthylimide* » est lié à un atome de carbone quaternaire, qui suffit peut-être pour empêcher la formatoin de Carbylamine. Cependant ce qui paraît encore plus probable, c'est que le noyau *pentacarbomonazoïque*, resp. diazoïque, se comporte différemment du noyau hétérocyclique renfermant six atomes élémentaires. Ainsi s'expliquerait également les résultats négatifs obtenus avec l'atropine et avec la cocaïne. Selon les travaux récents de M. *Willstädter*, ces deux bases ne renfermeraient pas un noyau *hexacarbo-monazoïque* ne seraient par conséquent pas des dérivés de la *Pipéridine*, mais bien de la *Pyrrolidine*, c'est-à-dire d'un noyau *pentacarbo-monazoïque*. Par contre la *Nicotine* formerait alors une exception.

Parmi les autres alcaloïdes qui ne donnent pas cette réaction, la *Vératrine* est particulièrement intéressante. Cet alcaloïde, tout en étant décomposé, fournit comme produit de la réaction une base huileuse, qui est caractérisée par son odeur pénétrante, semblable à s'y méprendre à celle de la Coniine.

Parmi les dérivés azotés qui sont obtenus par voie synthétique, l'acétanilide présente un phénomène qui mérite une mention spéciale. Le produit obtenu par l'action de l'acide azotique fumant sur l'antifébrine laisse après l'évaporation au bain-marie un résidu qui, à un moment donné, *s'enflamme spontanément !*

M. H. Kunz-Krause se réserve la continuation de ces recherches, ainsi que les conclusions à tirer de cette réaction pour son application à la recherche de la constitution d'un alcaloïde donné.

M. **Herzen** entretient la Société de la *fonction trypsinogène de la rate*. Il rappelle brièvement les recherches de Schiff, ainsi que ses propres recherches, qui les ont conduits l'un et l'autre à conclure que la rate fournit une sécrétion interne jouissant de la propriété de transformer rapidement le zymogène pancréatique en trypsine. Pendant de longues années Schiff et Herzen ont, été à peu près les seuls à soutenir leur conclusion; la très grande majorité des physiologistes se refusaient à l'admettre, sans avoir aucun argument sérieux à lui opposer et sans s'apercevoir que les objections soulevées contre les expériences de Schiff tombaient vis-à-vis de celles de Herzen, de même que les critiques adressées à ces dernières n'avaient aucune prise sur les premières. Il s'est enfin trouvé un jeune physiologiste de talent, M. Pachon (de Bordeaux), qui a voulu en avoir le cœur net ; il a entrepris une série d'expériences fort ingénieuses et totalement différentes de celles de Schiff et de celles de Herzen : il s'est attaché à obtenir *in vivo* la preuve directe de l'existence et de l'efficacité trypsinogène de la sécrétion interne de la rate, preuve que Herzen avait donnée *in vitro*. Voici comment il procède :

Il fait une macération de courte durée, en solution boriquée saturée de la portion verticale du pancréas d'un chien en pleine digestion, auquel on a depuis quelque temps extirpé la rate ; l'infusion pancréatique ainsi obtenue manifeste un pouvoir digérant *lent*, indice de la présence de zymogène. La portion horizontale du pancréas du même chien est infusée exactement de la même manière, mais après avoir fait au chien une *injection intraveineuse d'extrait aqueux de rate congestionnée ;* cette deuxième macération de pancréas manifeste un pouvoir digérant rapide, indice de la présence de trypsine

Les expériences de M. Pachon constituent, on le voit, une brillante confirmation des résultats de Schiff et de Herzen, et sa méthode est exempte des objections que l'on a formulées contre leurs méthodes. La fonction trypsinogène de la rate doit actuellement être considérée comme définitivement établie.

M. **S. Bieler**, directeur, fait circuler *deux oranges qui présentent le curieux phénomène d'une inclusion*, c'est-à-dire qu'une orange est contenue dans l'autre sous une seule enveloppe.

Extérieurement l'enveloppe ne se distingue que par un *œil* ouvert, tandis que dans les oranges ordinaires il est fermé. Quand on enlève la peau on trouve une petite orange de 3 centimètres de diamètre bien délimitée dans une excavation formée entre les carpelles de l'orange extérieure et à la partie supérieure de celle-ci. C'est quelque chose d'analogue aux roses prolifères.

Ce phénomène n'est pas nouveau, mais il est peu connu. Les oranges apportées par M. Bieler provenaient d'un jardin d'un de nos compatriotes à Nice, M. Delajoux, horticulteur, où il y a toute une rangée d'orangers dont les fruits présentent cette particularité.

SÉANCE DU 20 AVRIL 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

La candidature de M. *Paul Turtaz*, forestier d'arrondissement à Orbe, est annoncée. Elle est appuyée par MM. Dr L. Pelet et Dr P. Jaccard.

Communications scientifiques.

M. **P. Jaccard** expose un résumé des *travaux récents concernant la paléontologie végétale*, en insistant surtout sur les recherches de bactériologie et d'algologie fossile de M. Renault et de M. Bertrand.

M. le prof. **Henri Blanc**, désirant faire connaissance avec le *plankton nocturne du lac Léman*, a fait devant Ouchy, le 26 juillet et dans la nuit du 27 juillet 1896, seize pêches à 4 heures de l'après-midi, de 9-11 heures du soir et à 4 heures du matin par 0, 20, 40 et 60 mètres de profondeur. Il s'est servi pour cette nouvelle série de la méthode qu'il avait déjà employée pour étudier les allures du plankton pendant toute l'année 1894 et pendant l'été 1895 ; les résultats obtenus peuvent être brièvement résumés comme suit : 1° à la surface le plankton est plus abondant la nuit que le jour ; 2° Il y en a beaucoup plus à la surface, la nuit, que le jour entre 20 et 40 m. de profondeur, où il est ordinairement plus abondant ; 3° C'est entre 11 heures du soir et 4 heures du matin que le plankton est surtout en grande quantité à 0 et 20 m. de profondeur. Son

fonds est alors fait de copépodes, de cladocères, qui tous ont émigré dans la nuit des profondeurs vers la surface, et de dinoflagellés.

4° L'examen microscopique des volumes recueillis démontre que cette augmentation du plankton nocturne résulte : *a*) des migrations actives et verticales des cladocères ; *b*) de la croissance rapide de naupliées en jeunes copépodes ; *c*) de la multiplication par voie de division de certains organismes, en particulier du ceratium hirundinella.

M. **Henri Dufour** présente les résultats de quelques expériences et observations faites, au cours d'autres recherches, sur l'*héliotropisme*.

On a fait germer du ray-gras dans trois vases identiques ; ces vases ont été placés, avant que le gazon fût levé, dans trois doubles bocaux contenant le premier A une couche d'eau entre les parois des deux bocaux ; le second B une couche de sulfate de cuivre ; le troisième C une couche de bichromate de potassium.

Les ouvertures de ces bocaux ont été couvertes d'étoffe noire de sorte que la lumière ne pénétrait à la surface du sol que tamisée par l'eau et par les milieux colorants de 3 à 4 centimètres d'épaisseur.

L'expérience a commencé le 1er avril, le 4 les graines avaient levé dans les trois vases, le 5 les brins d'herbe accusent un héliotropisme prononcé dans le vase A à la lumière blanche et dans le vase B à la lumière bleue ; pas trace d'orientation sous l'influence de la lumière jaune.

La lumière arrivait dans tous les bocaux latéralement et obliquement sous un angle de 45° environ, la température était de 12°5 dans tous les vases. L'expérience a été poursuivie jusqu'au 16 avril ; on arrosait de quantités d'eau égales tous les vases les mêmes jours aux mêmes heures. Le résultat de l'expérience a été photographié et montre la croissance parfaitement verticale des brins d'herbe placés en lumière jaune, tandis que l'héliotropisme est prononcé pour les brins placés en lumière bleue et en lumière blanche. Comme on pouvait le prévoir, le développement de la chlorophylle est maximum en lumière blanche, un peu moindre en lumière bleue et beaucoup plus faible en lumière jaune, les brins d'herbe de cette dernière couleur sont étiolés et plus longs que dans les autres couleurs.

L'étendue spectrale des teintes employées était pour le bleu de $\lambda = 0^{mm}00055$ à $\lambda = 0.00044$, pour le jaune de $\lambda = 0.00065$ à $\lambda = 0.00506$.

Quelques essais faits pour produire un effet d'héliotropisme sur des plantes étiolées (cultivées dans l'obscurité) en les soumettant pendant quatre heures à l'action de rayons de Röntgen n'ont donné aucun résultat.

SÉANCE DU 4 MAI 1898.

à l'auditoire de Géologie.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Il est donné connaissance de la candidature de M. *Ch. Meylan*, instituteur à la Chaux de Ste-Croix, appuyée par MM. J. Amann et Dr P. Jaccard.

Admission. — M. *P. Turtaz*, forestier à Orbe, est reçu membre de la Société.

Démission. — M. *M. Borel*, pharmacien à Bex, fait part de sa démission de membre de la Société. M. le président annonce la perte que la Société vient de faire dans les personnes de MM. *G. de Molin*, ingénieur à Lausanne, et *Bocherens-Oyez*, député et boucher à Bex, tous deux membres de la Société.

Le comité propose à la Société que l'assemblée générale de juin ait lieu à L'Isle. Le programme de la réunion et de la course du lendemain serait élaboré par les soins du comité et soumis à la Société dans une prochaine séance.

Cette proposition est admise.

M. G. Krafft émet le vœu que la collation du matin soit supprimée ou du moins n'empiète pas sur le temps nécessaire à la séance. L'opinion de M. G. Krafft est discutée par MM. Jaccard, S. Bieler et Renevier et renvoyée au comité.

Communications scientifiques.

M. le prof. **Renevier** a invité les membres de la Société à venir de 3 à 4 heures, avant la séance, visiter le *Musée paléontologique* pour constater les progrès accomplis par l'installation d'une nouvelle salle entourée de vitrines, consacrées exclusivement aux mollusques fossiles, en bonne partie déjà classés, et par le placement dans le centre de la salle de minéralogie de deux nouvelles vitrines en lutrin destinées à recevoir les invertébrés inférieurs. Il en résulte que la salle centrale, précédemment la seule attribuée aux collections paléontologiques, pourra être réservée exclusivement aux vertébrés et aux végétaux fossiles Il en résulte une installation plus spacieuse et plus systématique de nos collections paléontologiques, qui se sont considérablement enrichies ces dernières années.

Dans la séance subséquente M. Renevier présente quelques-unes des acquisitions les plus récentes du Musée géologique en fait de moulages; entre autres une tête gigantesque d'oiseau tertiaire de Patagonie *(Phororhacos)*, une belle tête de *Halitherium Schinzi*, un crâne et une mandibule inférieure de *Aceratherium*, celle-ci offerte

au Musée par M. Elie Mermier, ancien élève de l'Ecole d'ingénieurs. Il montre en outre quelques-uns des beaux fossiles qu'il a pu récolter en Russie avec le concours de M. le Dr M. Lugeon, spécialement les belles *Ammonites* et *Belemnites* du terrain Volgien des falaises du Volga.

M. le prof. Renevier montre sur la carte géologique de la Russie d'Europe le voyage effectué à la suite du Congrès géologique de 1897 dès St-Pétersbourg et Moscou sur le fleuve Volga, au travers de la Russie centrale, du Caucase, de la Transcaucasie, par la Mer noire, en Crimée et à Odessa. Puis il résume les traits généraux de la géologie russe, en particulier les deux grands bassins géologiques qu'on peut y reconnaître à des époques différentes :

1o Le grand bassin primaire, comprenant le nord et le centre de la Russie, fermé au S. et ouvert au N., lequel présente la série complète des terrains paléozoïques, et se termine par des dépôts saumâtres, et une émersion complète après le Permien ;

2o Le grand bassin des temps plus récents, qui commence avec le Callovien et dure au travers du Jurassique supérieur, du Crétacique et du Tertiaire. Celui-ci occupe le centre et le sud de la Russie d'Europe, en transgression absolue sur le bassin primaire, dont il recouvre la partie méridionale. Les couches s'inclinent légèrement vers le sud, où se développent de plus en plus les terrains les plus supérieurs.

Entre ces deux séries de dépôts, lacune à peu près complète, pendant les temps du Trias, Lias et Dogger.

Ensuite M. Renevier fait ressortir le contraste que présentent les facies russes avec ceux de l'Europe occidentale, pendant les temps Carbonique et Permien, ainsi qu'à l'époque du Jurassique supérieur et du Néocomien.

A l'inverse de ce que l'on voit en France, Belgique, Angleterre, etc., le Carbonique inférieur (Bernicien) est habituellement représenté dans le centre de la Russie par des formations houillières terrestres ou saumâtres d'âge Bernicien, auxquelles se superpose un calcaire marin, d'âge Moscovien et Stéphanien, qui n'est donc plus le vrai calcaire carbonifère. Il y a donc interversion des facies.

De même pour le Permien, qui se termine en haut par une formation marno-arénacée rouge, saumâtre, analogue au Rothliegende, mais d'âge probablement Thuringien, sous laquelle on voit apparaître dans les falaises du Volga un calcaire marin analogue au Zechstein, mais qui doit être d'âge Lodévien.

Enfin les formations dites *Volgiennes* par M. Nikitin, présentent un ensemble de dépôts marno-arénacés, très analogues au Speeton-clay du Yorkshire, qui paraissent représenter à la fois le Jurassique supérieur et la base du Néocomien, mais avec des faunes assez spéciales d'un caractère boréal. M. Pavlow y a distingué, au-dessus du Kimeridgien, un Portlandien boréal qu'il nomme *Aquilonien* et un Néocomien boréal qu'il nomme *Petchorien*. Ces formations, parfois très fossilifères, paraissent assez semblables à celles du Yorkshire, mais sont très différentes de nos dépôts du même âge du sud-ouest de l'Europe.

Dr **M. Lugeon.** — *Strato-relief des Bauges.* — En recherchant quelle pouvait être la raison de l'emplacement des vallées alpines, M. Maurice Lugeon a eu l'idée de construire un relief idéal repré-

sentant la surface structurale d'un terrain quelconque. La région choisie a été prise dans les Alpes françaises : les Bauges, dont la structure simple se prêtait facilement à cet essai. La surface choisie pour l'exécution a été celle d'un des terrains jouant le plus grand rôle dans la charpente des montagnes : l'Urgonien, qui, avec ses grandes masses calcaires, se présentait naturellement, parce qu'il est un des terrains les plus importants de la région considérée.

Ce strato-relief a été exécuté au 1 : 50000. Il est évident qu'il s'agit ici d'un relief idéal ; tout ce qui est supérieur à la limite inférieure de l'Urgonien a été enlevé, et tout ce qui manque au-dessous de cette limite a été ajouté, en suivant partout le même principe, c'est-à-dire en ajoutant toujours la même épaisseur de terrain. De cette façon, si des erreurs se produisent, elles n'entrent plus en ligne de compte dans les résultats indiqués par le relief, car elles sont partout les mêmes.

Un examen rapide du relief montre une concordance manifeste entre les variations d'axes des plis et l'emplacement des vallées. Celles-ci, lorsqu'elles sont transversales, occupent presque sans exception les points les plus bas des synclinaux transversaux, suivant la loi énoncée par l'auteur et M. E. Ritter.

En outre, comme matériel d'enseignement, le relief est précieux à plusieurs points de vue. Un exemplaire est déposé dans les salles du Musée géologique de Lausanne, où on peut le consulter.

M. **F.-A. Forel** a assisté à l'expérience pour la recherche de l'*origine des eaux du Brassus*, vallée de Joux, faite par M. S. Aubert, professeur au collège du Sentier. Le 5 novembre 1897 il a été versé dans l'entonnoir du Pré-de-Bière une quantité de 8 litres de solution de fluorescine au 0.25, de MM. J.-R. Geigy à Bâle ; cette matière a un pouvoir de coloration assez fort pour que la fluorescence soit encore parfaitement reconnaissable à la dilution de 1 : 10 000 000. Une surveillance attentive instituée sur le ruisseau du Brassus n'a pas surpris trace de fluorescence ; en revanche un rapport de quelques personnes de confiance fait admettre que le 21 novembre, soit 16 jours après le début de l'expérience, les eaux d'une fontaine à l'Orient de l'Orbe ont été pendant quelques heures colorées en vert. Mais aucun échantillon de cette eau verte n'ayant été conservé, le résultat de l'expérience reste douteux ; l'expérience sera faite à nouveau prochainement.

L'altitude de l'entonnoir du Pré-de-Bière est 1324 m , celle de la source du ruisseau de Brassus 1060 m., la fontaine à l'Orient de l'Orbe 1025 m. La distance horizontale du Pré-de-Bière au Brassus est 3400 m. ; du Pré-de-Bière à l'Orient de l'Orbe 4400 m. Le Pré-de-Bière est dans un synclinal néocomien, séparé de la vallée de Joux par un anticlinal jurassique.

Le débit de l'entonnoir du Pré-de-Bière était le 5 novembre de 2 litres à la seconde ; celui du ruisseau du Brassus de 50 litres à la seconde. Le débit de la fontaine Capt à l'Orient de l'Orbe est presque invariable.

Dans la séance du 17 juin 1897, M. F.-A. Forel a décrit les fentes ou *fendues de la glace du lac de Joux* et en a donné la théorie. En comparant la situation des fendues en 1854 d'après le Dr Lecoultre et en 1897 d'après M. le syndic Ernest Rochat, il avait conclu que le nombre et la position de ces fendues était analogue, mais non

Identique d'une année à l'autre. Cette conclusion est confirmée par les faits de 1898 notés par M. S. Aubert. Trois fendues ont été constatées, dont une seule identique à celle de 1897 ; les deux autres fort différentes. En 1854 et en 1898, il y avait trois fendues principales ; en 1897, quatre. Les fendues de 1898 ont été mal marquées, et le refoulement de la glace peu considérable, ce que M. B. Lecoultre attribue avec raison à la douceur relative de l'hiver.

M. F.-A. Forel étudie encore la question suivante : Pourquoi quand un lac se gèle, certaines places restent-elles libres de glace, où se congèlent-elles les dernières ? Pourquoi en certaines parties la glace est-elle plus mince et partant plus dangereuse pour les patineurs ? Le souvenir des nombreuses victimes que les lacs de Joux et de Bret ont faites presque chaque année, nous impose le devoir d'élucider ce problème. *(Voir aux mémoires)*

M. le Dr **Pelet** expose les résultats de son étude sur la *combustion dans les fourneaux à pétrole* En faisant brûler un fourneau à pétrole pendant plusieurs heures consécutives dans une chambre close et en dosant la quantité d'anhydride carbonique formé, il a constaté qu'au bout de 5 heures la quantité de CO^2 ne s'élevait pas à plus de 7.4 millièmes. Pendant les premières heures le fourneau à pétrole brûlait normalement, mais dans les heures suivantes la quantité de pétrole brûlé diminuait graduellement au fur et à mesure que la quantité d'anhydride carbonique augmentait dans l'air de la chambre. Lorsque l'anhydride carbonique atteint 3.5 à 3.7 millièmes, la flamme de la lampe vacille et baisse, et lorsque la quantité d'anhydride carbonique atteignait 7.4 $^0/_{00}$ elle n'augmentait plus ; ce qui revient à dire que la flamme ne consume plus que la quantité d'air amenée par la ventilation naturelle.

M. **W. Morton** présente plusieurs exemplaires de *tortues* d'Algérie et de Madagascar.

SÉANCE DU 18 MAI 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Admission. — M. *Meylan*, instituteur à la Chaux de Ste-Croix, est reçu membre de la Société.

Bibliothèque. — Notre bibliothèque a reçu de M. F.-A. Forel un don de 16 brochures sur des sujets divers.

M. le président annonce que le comité s'est mis en relations avec les autorités de l'Isle pour préparer et organiser l'assemblée générale du 18 juin.

M. H. Dufour, membre du comité de la Société helvétique des sciences naturelles, nous avise que la réunion de l'Helvétique se tiendra à Berne à la fin de juillet, c'est-à-dire beaucoup plus tôt que les autres années.

Communications scientifiques.

M. le Dr **A. Schenk** fait une communication sur l'*Ethnogénie des populations helvétiques.*

C'est seulement à partir de la fin de la période quaternaire, à l'époque magdalénienne, que l'on a trouvé dans les différentes stations paléolithiques de la Suisse des objets d'industrie démontrant d'une façon absolue la présence de l'homme dans notre pays à cette époque reculée, mais aucun reste humain n'a encore été rencontré. L'époque de la pierre polie nous a fourni, par contre, un certain nombre d'ossements humains provenant des premières palafittes ou d'anciens cimetières lacustres. Ces ossements se rapportent à deux races principales : 1° une race de petite taille brachycéphale, à face plutôt basse, qui se rattache par ses caractères à la race de Grenelle ou race *brachycéphale néolithique*, et, 2° une race plus grande, *dolichocéphale*, à face haute et étroite, leptoprosope, d'*origine septentrionale.* Ces deux races, en s'unissant, donnèrent naissance à des métis, souvent caractérisés par un crâne mésaticéphale.

Durant l'époque du bronze, la Suisse a été le théâtre d'une immigration compacte et massive de populations fortement brachycéphales, caractérisées par un crâne arrondi, relativement court et large, une taille plutôt petite et une carnation foncée. Cette immigration, venant de l'Est, constitue la grande invasion celtique.

Dans les temps historiques, la Suisse a été encore le siège de nouvelles invasions, les Helvètes, les Romains, les Allémanes, les Burgondes, les Goths et les Francs se succèdent dans notre pays, s'y fixent quelquefois et exercent nécessairement une influence sur les caractères des populations helvétiques. Toutefois cette influence n'est pas considérable, car, ainsi que le démontrent la taille, la couleur des yeux et des cheveux, et surtout la forme cranienne, la race celtique est aujourd'hui chez nous en forte majorité. Cette race s'est surtout maintenue pure dans le massif alpin de l'Est de la Suisse, les Grisons et le Haut-Valais, ainsi que l'ont prouvé les remarquables travaux de MM. His et Rütimeyer, Kollmann, Scholl et tout dernièrement enfin celui de M. le professeur E. Pitard. L'indice céphalique moyen calculé sur un grand nombre de crânes est toujours supérieur à 85.

Une étude entreprise par M. Schenk sur un très grand nombre de crânes vaudois anciens lui a fourni les mêmes résultats ; l'indice moyen est encore brachycéphale, un peu moins élevé cependant que celui des montagnards du Haut-Valais et des Grisons, ce qui indique probablement un mélange avec les populations dolichocéphales d'origine germanique.

Il est permis, en somme, d'après les faits jusqu'ici connus, de conclure que la population de la Suisse appartient en grande partie à l'élément ethnique à tête arrondie, à la race celtique, l'élément germanique n'y étant plus qu'en minorité. Mais cette race celtique n'est pas pure, c'est une race mixte, associant les caractères de la race celtique pure ou rhétique à ceux (mais d'une façon beaucoup moins accusée) de la race kimrique ou germanique.

M. **Henri Dufour** donne les résultats complémentaires des observations qu'il avait présentées le 20 avril sur l'*héliotropisme*.

Les herbes cultivées dans les divers milieux ont été coupées et pesées, puis traitées par l'alcool. Les solutions obtenues dans les mêmes conditions avaient immédiatement après la filtration la même teinte jaune vert; elles étaient toutes également fluorescentes. Le lendemain, la solution faite avec l'herbe développée en lumière *jaune* avait changé de teinte et viré au *vert*; le spectre de cette solution était différent de celui de la chlorophylle développée en lumière blanche. Vingt-quatre heures plus tard, la chlorophylle développée en lumière *bleue* avait également changé de teinte. La solution de chlorophylle normale (en lumière blanche) est encore fluorescente et inaltérée vingt-sept jours après la préparation, les autres solutions vertes n'ont plus subi de modifications depuis leur première transformation, elles sont à peine fluorescentes.

Cette expérience, qui sera répétée, paraîtrait indiquer une formation incomplète des complexes de la matière verte dans la plante cultivée en lumière colorée. La différence la plus caractéristique est le rapide changement de teinte et la disparition presque entière de la fluorescence.

M. **S. Bieler** fait circuler un pied, ancienne mesure de longueur, datant de 1657, divisé en 12 pouces de 8 lignes.

M. S. Bieler, à propos d'un travail de M. Joly, prof. à Saumur, sur la *soudure congénitale des os tarsiens du cheval*, revient sur la question de l'origine bifide du doigt du cheval. Il montre des phalanges du cheval qui indiquent nettement que le doigt est formé de pièces soudées n'ayant pas de rapport de structure avec le doigt principal du tapir, auquel on assimile le doigt du cheval.

M. Bieler pense que la parenté du cheval devrait être cherchée dans les suidés. Soit les pécaris, soit les races de porcs syndactyles, montrent la soudure des os métatarsiens et phalangiens et offrent ainsi une homologie plus complète avec le cheval. Quant à la soudure cunéiforme à laquelle on attache une grande importance, les recherches de M. Joly, sur une cinquantaine de chevaux, semblent montrer qu'il y a là un phénomène d'évolution se continuant et s'accentuant dans la période actuelle.

SÉANCE DU 1er JUIN 1898.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Le procès verbal de la dernière séance est lu et adopté.

La *bibliothèque* a reçu de M. le professeur Renevier plusieurs brochures et volumes se rapportant à la géologie.

M. le président annonce les échanges suivants :

Société d'histoire naturelle des Ardennes, à Charleville;
The Kansas University, Quartelary, et
R. Academia di Sciencias, y Barcelona.

La candidature de M. Paul *Cruchet*, licencié ès sciences, est annoncée ; elle est appuyée par MM. H. Dufour et Denis Cruchet.

M. Borgeaud, président, soumet à l'assemblée le programme élaboré par le comité pour l'assemblée générale du 18 juin 1898.

8 h. 20, Arrivée à l'Isle. — Collation.
8 h. 30, Séance.
Midi, Dîner.
4 h., Visite aux blocs erratiques et aux sources de la Venoge.
Dimanche, course au Mont-Tendre.

Les Sociétés des sciences naturelles de la Suisse romande y seront invitées, comme d'habitude.

Les membres qui feront des présentations de membres honoraires sont priés d'adresser leur demande motivée au comité.

Communications scientifiques.

M. le prof. **Brunner** donne de nouveaux résultats obtenus en collaboration avec ses élèves sur l'*action des persulfates*. Au point de vue analytique, il a constaté le pouvoir oxydant si remarquable des persulfates permettant non seulement, comme cela a été communiqué précédemment, la détermination du carbone par voie humide des acides gras, des acides de fruits, des alcools polyatomiques (y compris les sucres), des dérivés de l'acide urique, de la pyridine, de la strychnine, mais aussi celle de l'azote dans les combinaisons azotées correspondantes. Par contre, le noyau benzénique résiste à la combustion au moyen des persulfates, ce qui permet quelquefois de reconnaître sa présence dans une combinaison. L'action oxydante la plus puissante se produit quelquefois par un mélange de persulfate et de permanganate de potassium, et c'est ainsi que M. Brunner et ses élèves sont arrivés à brûler en solution aqueuse l'oxyde de carbone.

Dans une communication précédente, M. Brunner a indiqué d'avoir réussi à déterminer aussi au moyen des persulfates et par la méthode volumétrique les halogènes dans le chloral, le iodoforme, etc., etc., et dernièrement M. Brunner a trouvé une méthode très simple pour la détermination gravimétrique et volumétrique des halogènes, méthode qui peut remplacer celle de Carius et celle par la combustion avec de la chaux. Dans ce but, on traite la substance halogénée en dissolution azotique et en présence de nitrate d'argent avec un persulfate : les halogènes se précipitent immédiatement ; une petite quantité se dissout au commencement dans le sulfate formé pendant la réaction ; on le précipite en faisant bouillir ensuite avec de l'alcool ; pour recueillir les quantités d'halogène qui se volatilisent pendant la réaction, on adapte au ballon dans lequel on opère un appareil Varrentrapp rempli d'acide sulfureux ; le contenu de ce dernier est ensuite versé dans le ballon.

En déterminant ainsi le chloral, M. Brunner et ses élèves ont constaté que ce dernier se dédouble en partie en hexachloroéthane C_2Cl_6. Il s'opère ici, comme souvent sous l'influence des persulfates, une condensation des deux groupes $C\,Cl_3$.

Par action des persulfates sur les phénols et l'acide salicylique

en solution neutre, M. Brunner et ses élèves sont arrivés à obtenir des produits de condensation en rapport intime avec le tanin et les phlobaphènes. C'est ainsi que l'acide salicylique donne, entre autres, un acide tribasique et renfermant encore 6 groupes phénoliques de la formule $C_{28}H_{18}O_{16}$, qui correspond à 2 mol. de tanin moins 2 fois OH,

$$2\,\underset{\text{Tanin}}{C_{14}H_{10}O_9} - 2\,OH = C_{28}H_{18}O_{16}$$

et qui est aussi en rapport avec les phlobaphènes $C_{28}H_{20}O_{12}$ qui sont des produits d'oxydation des tanins naturels

Les produits chlorés, bromés et iodés, tels que les acides chloro-bromo et iodosalycique, la chloranil, etc., qui se forment en solution acide ont été indiqués autrefois.

Le produit d'oxydation obtenu par action des persulfates sur l'essence de térébenthine est un *pinol* $C_{10}H_{16}O$ inactif, mais aussi, comme la détermination du poids moléculaire l'a démontré, probablement un polymère, un produit de condensation.

De même l'acide urique donne, en solution *alcaline*, un produit de condensation avec les persulfates, un acide tribasique, pentatomique $C_{10}H_{14}N_{10}O_8$ à côté de l'urée, ce qui pourrait être en rapport avec le fait constaté que, par la combustion de l'acide urique, de la caféine, etc., un des quatre atomes d'azote est toujours transformé en ammoniaque. Le nouvel acide ne peut pas être $C_5H_7N_5O_4$, ce qui correspondrait, par exemple, à un sel ammoniacal d'un acide oxyurique, parce qu'il forme entre autres un sel d'argent $C_{10}H_{11}Ag_3N_{10}O_8$.

Par action des persulfates en présence de chlorure, de bromure et d'iodure de potassium sur la fluorescine, il se forme toujours des dérivés bihalogénés, tandis que le persulfate ne donne point de dérivés analogues avec l'acide phtalique et la résorcine (cette dernière est tout de suite carbonisée).

En résumant l'action des persulfates sur les substances organiques, M. Brunner constate une grande analogie entre les réactions et les oxydations, accompagnées souvent de condensations, qui s'opèrent dans l'organisme animal et dans les plantes.

M. le prof. Brunner communique encore une *nouvelle série de combinaisons :* l'hydrate de chloral, l'hydrate de bromal, la paraldéhyde, le furfurol et l'acide ortho-nitro-phényl-propiolique pouvant servir aux constatations des alcaloïdes ; ces réactions, d'abord employées pour la morphine, s'appliquent aussi à l'apomorphine, à la codéine, la papavérine, la thébaïne, la picrotoxine et d'autres substances analogues. Elles sont d'une très grande sensibilité, très durables et souvent caractérisées par de superbes colorations.

ASSEMBLÉE DU 18 JUIN 1898

dans la salle du Château, à l'Isle.

Présidence de M. Borgeaud, président.

La séance est ouverte par le discours présidentiel, souhaitant la bienvenue à tous les assistants et faisant ressortir combien cette partie du Jura que nous visitons aujourd'hui présente d'intérêt pour les naturalistes.

Le procès-verbal de la dernière séance est ensuite lu et adopté.

M. le président donne lecture des lettres que nous ont adressé les comités des sociétés des sciences naturelles de Neuchâtel, Genève, Fribourg et Valais.

Admission. — M. Paul *Cruchet*, licencié ès sciences, est proclamé membre de la société.

Candidatures. — Il est donné connaisance des candidatures de :

MM. *Huber*, méd.-vét. à Lausanne, présenté par MM. Borgeaud et Nicati.

S. *Brun*, instituteur à Villars-Bozon (MM. Jomini et Lador).

H. *Gilliard*, méd.-vét. à Cossonay (MM. Borgeaud et Jomini).

G. *Johnson*, cand. pharm. à Lausanne (MM. Ch. Girardet et Wilczek).

E. *Martinet*, cand. pharm. à Oron-la-Ville (MM. Brunner et C. Girardet).

Et Mlle *Hélène Conciotis*, cand. méd. à Lausanne (MM. Wilczek et Ch. Girardet.).

Membres honoraires. — On procède à la nomination de deux membres honoraires ; deux présentations sont faites, ce sont celles de

M. *E. Yung*, professeur de zoologie à l'Université de Genève, proposé par MM. Pelet et H. Schardt, et de

M. *Alb. Penck*, professeur de géologie à l'Université de Vienne (Autriche), proposé par MM. F.-A. Forel et M Lugeon.

Ces deux propositions sont admises à l'unanimité.

Communications scientifiques.

M. **Ch. Dusserre** présente une étude sur les sols arables de la commune de l'Isle.

Les composants physiques principaux de tout sol arable sont, comme chacun le sait :

le sable,
l'argile,
le calcaire,
la matière organique,
l'eau.

C'est le mélange, dans des proportions diverses, de ces composants qui donne naissance à l'infinie variété des terres cultivables, dénommées, suivant que l'un ou l'autre prédomine : terres sableuses, argileuses, calcaires, humifères, argilo-siliceuses, argilo-calcaires, etc.

Nous ne voulons pas faire ici une leçon d'agrologie ; qu'il nous soit permis cependant d'insister en quelques mots sur l'influence considérable qu'exerce le *calcaire* sur la nature et les propriétés des sols.

Le calcaire joue d'abord un rôle important sur la structure du sol ; en coagulant l'argile, il rend les terres argileuses moins compactes, plus perméables et d'un travail plus facile.

Il favorise en outre la décomposition des matières organiques, autrement dit leur nitrification, qui les transforme en nitrates sus-

ceptibles d'être absorbés par les plantes. Les agriculteurs disent que les terres calcaires *brûlent le fumier*, c'est-à-dire qu'elles le décomposent avec une grande rapidité.

Enfin le calcaire, comme les autres sels de chaux plus ou moins solubles, fournit aux plantes la chaux dont elles ont besoin pour leur croissance. De là absolue nécessité de la présence dans le sol d'une certaine proportion de chaux, qui ne doit pas descendre au-dessous de 3 à 5 millièmes.

Mais pour exercer une influence sur la nature et les propriétés du sol arable, il importe que la proportion de calcaire ne descende pas au-dessous de 2 à 3 centièmes. La dose de calcaire dans nos sols suisses varie dans de très grandes limites, de 0 à 60 % dans les terres de la plaine de l'Orbe, par exemple. Nous en avons trouvé 80 % environ dans une terre à vigne d'Orbe, plantée en rouge. Beaucoup de nos sols en sont complètement dépourvus ; tel est le cas des terres sablonneuses formées par la décomposition de la molasse, des terres tourbeuses, des terres fortes constituées par l'argile glaciaire. Les sols formés par la désagrégation des roches calcaires, dans le Jura par exemple, sont fréquemment dépourvues de cette substance par l'action dissolvante de l'eau de pluie, qui a agi dans le cours des siècles et les a complètement *décalcifiées*. A mesure que l'on s'enfonce dans le sol, la proportion du calcaire augmente, jusqu'à ce qu'on arrive à la roche, qui en est presque exclusivement formée.

La détermination de la proportion du calcaire dans les sols a donc, au point de vue agricole, une grande importance et se fait très rapidement et avec la plus grande facilité au moyen de petits appareils spéciaux qu'on appelle *calcimètres*. On reconnaît du reste facilement si une terre en renferme en la délayant avec un peu d'eau dans un verre ; si par l'addition d'un acide quelconque : vinaigre, esprit de sel, etc., elle ne donne pas lieu à un dégagement d'acide carbonique, c'est qu'elle en est dépourvue.

Cette détermination est faite gratuitement, du reste, par les soins des stations fédérales d'essais et d'analyses agricoles de Berne, Lausanne et Zurich, auxquelles les agriculteurs n'ont qu'à adresser des échantillons de leurs sols.

A l'occasion de la réunion de la Société vaudoise des sciences naturelles à l'Isle, nous avons fait l'analyse calcimétrique d'une cinquantaine d'échantillons de sols provenant de cette commune ; nous l'avons complétée par l'analyse physique et chimique de quelques-uns d'entre eux.

Les sols de la commune de l'Isle, comme ceux du pays en général, sont de natures très diverses.

La partie plate située à l'est-sud-est du village est formée par des terres fortes, provenant de l'argile déposée par les glaciers ; elles sont, à de rares exceptions près, complètement dépourvues de calcaire, de même que le sous-sol. La proportion de chaux totale, sous forme d'autres combinaisons, y est très faible : elle descend à 2,6 et 2,9 pour mille pour un certain nombre d'entre elles, proportion à peine suffisante pour nourrir les végétaux. L'application des amendements calcaires : chaux, marne doit y donner de bons résultats. Comme ces sols sont aussi pauvres en acide phosphorique, l'emploi du phosphate Thomas, renfermant 15 à 20 % d'acide phosphorique et 40 % environ de chaux, est tout indiqué comme complément du

fumier de ferme; nous savons, du reste, qu'il y a été employé avec succès.

Ces terres sont relativement riches en potasse; nous en avons trouvé une dose de 14 à 17 grammes par kilogr. de terre; quoique la plus grande partie soit à l'état insoluble et constitue plutôt une réserve, nous pouvons conclure, par analogie avec d'autres terres expérimentées, que l'emploi des sels potassiques y serait moins avantageux.

Ces terres, quoique de nature forte, ne renferment pas une proportion d'argile bien considérable; celle-ci ne dépasse guère 10 % mais, grâce à l'absence du calcaire, elle déploie ses effets au maximum.

La portion du territoire située à l'ouest et au nord du village est de nature toute différente; nous nous heurtons là aux formations jurassiques qui, mélangées avec les apports glaciaires, ont donné naissance à des sols de nature variable, mais plus légers, plus chauds, où l'élément calcaire joue son rôle. Sa proportion varie dans de grandes limites, de 0 à 40 pour mille dans les échantillons de sols examinés.

Le calcaire urgonien affleure sur une bande d'une certaine largeur, allant du sud-ouest au nord-est; grâce à sa difficile décomposition, il ne s'est formé à sa surface qu'une mince couche de terre végétale, percée par le roc en maints endroits et produisant un maigre gazon, servant de pâturage aux moutons.

La partie ouest est formée par de l'erratique jurassien: graviers, galets sables mélangés plus ou moins aux apports glaciaires, dont la décomposition a donné naissance à un sol mitigé, plutôt sec et généralement pourvu de calcaire.

Le territoire plat entourant la Venoge est formé en grande partie par les alluvions du ruisseau la Cherjaulaz, arrivant transversalement au cours de la rivière, qu'elles ont rejetée à l'est. Ces alluvions arrachées aux formations jurassiques, ont donné des terres tantôt graveleuses, tantôt limoneuses, mais relativement riches en calcaire (24 à 40 pour mille). Elles sont mieux pourvues en acide phosphorique, plus pauvres en potasse que les terres de la partie est du territoire. Nous avons lieu de croire, cependant, que les superphosphates, employés comme complément des engrais de ferme, y donneraient de bons résultats; il conviendrait également d'essayer l'emploi des engrais potassiques dans les parties où le sol est plus léger. L'emploi du fumier bien décomposé, surtout celui du bétail bovin, y est à recommander.

Voilà quelques conclusions que nous pouvons tirer de l'étude sommaire à laquelle nous nous sommes livrés et qui ne doit être considérée que comme un essai. Elle doit être complétée encore par l'analyse d'un plus grand nombre d'échantillons et par une étude géologique et agronomique du sol plus approfondie; nous espérons que l'avenir nous permettra de compléter cette lacune.

M. **Aug. Forel** fait une communication sur la parabiose chez les fourmis. *(Voir aux Mémoires.)*

M. **Jean Dufour** fait part de ses observations sur les *glandes perlées de la vigne.* Ces productions ont la forme de poils arrondis, ressemblant à des gouttes de rosée; on les trouve principalement sur les jeunes pousses, au printemps, soit sous les feuilles, soit sur

les nœuds. Elles sont du reste peu visibles et manquent fréquemment chez la vigne normale. Mais dans certaines circonstances on les voit se développer en plus grand nombre, ainsi dans les vignes cultivées en serre. Il en est de même lorsqu'on place une cloche de verre sur un cep en y faisant pénétrer un ou deux rameaux de vigne ; ceux-ci se développant dans une atmosphère humide se couvrent bientôt de glandes perlées.

M. J. Dufour décrit la constitution anatomique de ces glandes et énumère les diverses théories émises sur leur rôle physiologique. Il suppose qu'elles servent peut-être d'organe de sécrétion, car l'huile qu'elles contiennent augmente peu à peu à mesure que la glande s'accroît et reste dans les cellules centrales jusqu'au moment où la glande se dessèche.

M. le colonel **Guillemin** présente à l'assemblée le scrutateur électrique de MM. Guillemin et Cauderay.

M. **E. Wilczek** fait part de ses observations sur le développement anormal d'un fruit de citron.

M. **H. Lador** fait passer de belles chromolithographies de coquilles.

Ces communications ont vivement intéressé les nombreux habitants de l'Isle (60 environ) qui ont abandonné pour un jour leurs occupations pour nous tenir compagnie.

La séance est levée à midi et la fanfare de la localité nous accompagne à l'Hôtel de la Balance où a lieu le banquet.

A la fin du banquet, M. Amann, vice-président, adresse aux autorités de l'Isle des paroles de remerciements pour la charmante réception dont la Société vaudoise des sciences naturelles se trouve être l'objet.

MM. Bernard, syndic de l'Isle ; Guyaz, député et Banderet, pasteur, prennent à leur tour la parole et remercient la Société vaudoise d'avoir choisi l'Isle pour y tenir son assemblée générale.

A 3 heures, les membres de la Société accompagnés des autorités de l'Isle et de plusieurs étudiants et étudiantes de notre Université, se rendent aux sources de la Venoge.

Les excursionnistes, au nombre de 15, sous la conduite de MM. les professeurs Wilczek, P. Jaccard et Aubert, se rendent au Pont en passant par Chardevaz et le Mollendruz.

Le dimanche par un temps superbe nous visitons les entonnoirs du Rocheray et tout en herborisant nous regagnons la plaine par le Marchairuz et Bière.

SÉANCE DU 6 JUILLET 1898

à la Rosiaz.

Présidence de M. Borgeaud, président.

Les membres de la Société ont été invités à visiter les nouvelles installations de la Brasserie de la Rosiaz. A 4 heures, M. le président ouvre la séance en remerciant M. Dériaz, gérant de la Brasserie de la Rosiaz.

Le procès-verbal de la dernière séance est lu et adopté.

Admissions. — MM. *Huber*, vétérinaire, à Lausanne; *Gilliard*, vétérinaire, à Cossonay; S. *Brun*, instituteur, à Villars-Bozon; *Johnson*, cand. pharm., à Lausanne; *Martinet*, cand. pharm., à Oron-la-Ville, et Mlle Hélène *Conciotis*, cand. méd., à Lausanne, sont reçus membres de la Société.

Candidatures. — Il est donné lecture des lettres de candidature de MM. le Dr R. *Reiss*, chimiste, à Lausanne, appuyée par MM. Brunner, professeur, et Girardet, pharm., et H. *Golay*, forestier, au Sépey, présenté par MM. P. Jaccard et Dr L. Pelet.

M. le président présente deux exemplaires du Bulletin no 128 qui sort de presse.

La bibliothèque a reçu de Mme veuve G. de Molin un don de livres et de brochures de chimie industrielle et de Bulletins de la Société. Le Comité adressera ses remerciements à Mme de Molin.

Il est donné lecture d'une lettre de la Murithienne nous invitant à son assemblée générale du 19 juillet 1898. Les membres qui voudront y représenter la Société sont priés de l'annoncer au Comité.

Les délégués à la réunion de l'Helvétique seront désignés par le Comité et choisis parmi les membres qui se proposent d'y assister.

M. F.-A. Forel recommande à tous les membres d'assister à cette séance qui sera particulièrement belle et intéressante.

Communications scientifiques.

M. **A. Borgeaud** présente la note suivante sur un *parasite peu connu de l'intestin du bœuf.*

Dans le courant du mois de mai, nous avons observé, sur un bœuf tué aux abattoirs de Lausanne, des lésions que nous n'avions jamais trouvées jusqu'alors. A première vue l'intestin grêle paraissait bourré de grains de maïs qu'on aurait aperçu à travers les parois de l'intestin, mais un examen plus attentif montrait qu'on avait à faire à de petites tumeurs d'un genre particulier.

A l'autopsie nous notions les observations suivantes: Bœuf, de race Charolaise, 5 ans, froment, embonpoint moyen. Tous les organes sont sains à l'exception des organes digestifs qui portent environ un millier de nodules d'une grosseur variant entre celle d'un grain de blé et celle d'un noyau de cerise. Ces nodules sont inégalement répartis dans les diverses parties de l'appareil digestif. Les estomacs n'en contiennent pas; de même le cœcum; le colon n'en contient qu'un très petit nombre Par contre l'intestin grêle en est littéralement criblé; la plus grande partie siège sous la muqueuse, mais un grand nombre toutefois se trouvent à l'extérieur, sur la membrane séreuse ou entre celle-ci et la membrane charnue de l'intestin.

Les glandes lymphatiques du mésentère sont normales, elles ne renferment pas de foyers caséeux.

Les nodules paraissent tous siéger sur le parcours des vaisseaux sanguins des parois intestinales. Ils sont bien délimités, mais ont conservé des adhérences avec les tissus avoisinants. Ils possèdent

une capsule résistante et un contenu qui le plus souvent a subi la dégénérescence caséeuse ; beaucoup sont calcifiés.

Ces nodules ayant une assez grande analogie avec des tubercules, nous avons recherché si l'on y trouvait le bacille de Koch. Toutes les recherches ont été vaines, mais par contre, nous avons trouvé la cause de ces nodules dans une larve de nématode dont nous avons pu isoler une quinzaine d'exemplaires après examen d'un très grand nombre de nodules.

Ce nématode s'est présenté à nous à l'état d'embryon et à l'état de larve.

L'embryon a 0,105 mm. de long, il a le corps blanc, cylindrique filiforme. La tête est petite, obtuse, la bouche ronde. Il se trouve dans les plus petits nodules. Nous n'en avons vu que deux exemplaires.

La larve est plus grande et se trouve en plus forte quantité. Elle mesure 3 mm. Le corps est blanc, cylindrique, raide. Tête globuleuse, droite et tronquée ; bouche orbiculaire, cupuliforme ; bulbe œsophagien bien développé. Extrémité caudale en pointe terminée par un bouton. L'anus entouré d'un bourrelet. Il n'a pas été possible de découvrir trace d'organes génitaux.

Jusqu'à aujourd'hui ce parasite n'a été décrit qu'une fois par Drexler, directeur des abattoirs de Munich, et étudié par Saake et Bollinger. A notre connaissance il n'a pas encore été signalé en Suisse.

Ce qui nous étonne c'est qu'il n'ait pas encore été décrit en France ; car sur 10 bœufs du Charolais examinés à ce point de vue, 4 portaient des lésions de l'intestin dues à ce parasite, alors que sur environ 300 bœufs d'origine suisse examinés à la même époque, nons n'avons rien trouvé.

La détermination exacte du parasite n'est pas facile, car nous n'avons pas pu découvrir d'individu adulte. La forme de la bouche nous fait présumer qu'il s'agit là d'un sclérostome, se rapprochant beaucoup du *sclerostomum hypostomum* qui se rencontre dans l'intestin du mouton et de la chèvre.

L'invasion par ce parasite doit se faire évidemment par la voie des vaisseaux sanguins ; tous les nodules se trouvent en effet sur le parcours de veinules, ce que l'on voit très bien en examinant l'intestin par transparence.

Quant à l'importance de ce parasite au point de vue des troubles qu'il peut occasionner chez son hôte nous croyons qu'il n'a pas une importance directe bien grande. Les bœufs sur lesquels nous l'avons trouvé étaient tous gras et ne présentaient pas de symptômes morbides ; toutefois sa présence peut dans certains cas ne pas être indifférente, cartous ces foyers caséeux affaiblissent évidemment l'intestin et chacun d'eux peut servir de porte d'entrée à une invasion de germes infectieux.

M. **Schardt** expose à la Société les résultats de ses essais de coloration, tendant à expliquer l'*origine des sources du Mont de Chamblon*, près Yverdon. Cette colline, formée de terrain néocomien (Hauterivien et Valangien) s'élève comme un îlot sur le bord occidental du marais de l'Orbe, tout entouré de terrain d'alluvion. Sa superficie d'environ 5 kilomètres carrés ne permettrait que la formation de sources de faible importance ; environ 1000 lm. au total,

si toute l'eau d'infiltration revenait à la surface sous forme de sources visibles. Au surplus, la structure géologique de la montagne en forme de dôme déjeté au N et au NW, est peu favorable à la formation de sources. La couverture de Hauterivien supérieur (pierre jaune), seul terrain collecteur de sources, forme les flancs de la montagne sur presque tout son pourtour. Ce n'est qu'au sommet que la marne hauterivienne, arrivant à fleur du sol, fait jaillir quelques petites sources.

Il est donc fort surprenant de trouver sur le flanc N et NW à 30, 10 et 5 mètres au-dessus du niveau du marais, ou bien au niveau de celui-ci, des sources fort volumineuses, pouvant débiter, au moment des hautes eaux, plus de 20 000 litres par minute. Ce sont de l'Ouest à l'Est :

1. La *source de la Grange Décoppet.* Débit 2000 lm., en eaux moyennes (30 m. au-dessus du niveau du marais). Température moyenne 10° C.

2. Les *sources du Moulinet* (6 m. au-dessus du marais), débit 6 à 8000 lm. par six orifices principaux. Température 10°,

3. La *source de la Blancherie* à l'ouest du Moulin Cosseau. Température 13°, environ 100 lm.

4. Les *sources du Moulin Cosseau*, formant deux groupes de sources. Les sources inférieures, environ 2 m. au-dessus du niveau du marais ont 12°.5, les sources supérieures ont 14°5 de température. Ce sont donc des sources thermales, ainsi que la source de la Blancherie. Une petite source jaillit dans un pré entre le Moulin Cosseau et les Huttins ; elle a 14°5 et appartient donc au groupe supérieur. Le débit total des sources du Moulin Cosseau est de 4 à 5000 lm.

Toutes ces sources, à l'exception de celle de la Blancherie qui émerge au niveau de la marne hauterivienne, jaillissent de fissures du calcaire valangien ; celles de Cosseau sortent visiblement sur l'alignement d'une fracture (pli faille).

Dejà en 1887 il a entretenu la Société de ces sources (séance du 2 février 1887), en exprimant la supposition que leur origine était à rechercher dans l'infiltration d'eau dans la chaîne du Jura, passant sous les collines de Champvent. Les sources du Moulin Cosseau, en particulier, étaient mises en relation avec les eaux du marais de Baulmes qui se perdent dans un entonnoir, au pied de la colline de Feurtille, à 5 km. de distance du Mont de Chamblon.

Pour arriver à une démonstration positive, M. Schardt a introduit dans l'entonnoir de Baulmes, le lundi 1er mai 1898, à 11 h. du matin, deux kilogrammes de fluorescéine en dissolution. Or, le mercredi matin, 3 mai, à la première heure, on apercevait la fluorescence verte aux fontaines de Mathod alimentées par l'eau de la source de la Grange Décoppet.

De même, les sources du Moulinet offrirent vers 5 h. du matin déjà une superbe fluorescence verte. Quant aux sources du Moulin Cosseau une faible fluorescence a été constatée dans l'après-midi par le fermier Glauser, de même que par plusieurs personnes d'Yverdon. La coloration était cependant très faible et a passé inaperçue pour la plupart des habitants d'Yverdon que ces sources pourvoient en eau potable.

Cet essai, qui fut signalé par plusieurs journaux, permettait de déterminer approximativement la durée du trajet souterrain de l'eau

du marais de Baulmes jusqu'au Mont de Chamblon. Cette durée ne devait pas être inférieure à 40 heures. Ce qui représente environ 1 km. par 8 heures. Dans le but de connaître les conditions détaillées de l'apparition de la couleur et son intensité, il fut fait un second essai, avec la même quantité de matière colorante, le vendredi 10 juin, en retardant cette fois l'introduction de 2 heures, afin d'assister le dimanche 12 juin de bonne heure à l'apparition de la fluorescence aux sources. Ce jour, à 7 heures exactement, juste 42 heures après l'introduction à Baulmes, la fluorescence apparut à la source de la Grange Décoppet, ainsi qu'aux fontaines de Mathod. Deux heures plus tard les sources du Moulinet en présentèrent les premières traces ; à 10 heures la fluorescence était très intense. Ce n'est qu'à 5 heures du soir que la première trace devint visible à toutes les sources du Moulin Cosseau et des Huttins. La source de la Blancherie seule n'a offert aucune trace, ni ce jour, ni le lendemain.

La coloration aux sources de Cosseau n'a atteint qu'à peine $^1/_{20}$ de l'intensité de la coloration des sources de la Grange Décoppet et du Moulinet. Des échantillons ont été recueillis pendant les constatations, afin de reconnaître la proportion de la matière colorante par la comparaison avec des solutions titrées.

A cette occasion, M. Schardt a constaté l'extrême sensibilité de la fluorescéine. En se servant d'un appareil très simple et très portatif, il a été possible de reconnaître encore la présence de cette matière colorante à la dilution de *un dix milliardième,* soit de 1 gramme dans 10 000 mètres cubes d'eau !

Cet appareil consiste en une éprouvette cylindrique ordinaire de 20 cm. de longueur, renfermée dans une gaîne de papier noir. Par une fente longitudinale de 2 à 3 mm. de largeur, suivant toute la longueur de la gaine, on laisse entrer la lumière du soleil ou de l'arc voltaïque dans le liquide contenu dans le tube, en observant par l'orifice de celui-ci. La moindre trace de fluorescéine se trahit par la teinte verte du faisceau de lumière, qui se détache nettement du fond noir de l'éprouvette.

M. **Jules Amann** décrit une nouvelle méthode, à la fois expéditive et exacte, de dosage de l'*acide urique* Le principe en est le suivant :

Précipiter l'acide urique au moyen d'une solution ammoniacale, titrée de sulfate de cuivre et doser l'excès de cuivre par l'iode qu'il met en liberté d'après l'équation.

$$2Cu\,SO_4 + 2KJ = 2K_2\,SO_4 + Cu_2\,J_2 + J_2.$$

L'urine doit être débarrassée auparavant des phosphates précipitables par les alcalis au moyen de 10 % d'une solution saturée de carbonate de sodium.

Après précipitation de l'urate de cuivre (urate cuivreux $C_5\,H_3\,N_4\,O_3\,Cu$), on décante ou filtre 10cc. du liquide, ajoute 2cc. $H_2\,SO_4$ concentré, puis, après refroidissement, 5cc. d'une solution au 20 % de KJ ; après dix minutes, on ajoute un peu de solution d'empois d'amidon comme indicateur, puis un excès de solution décinormale de thiosulfate et titre enfin cet excès de thiosulfate par la solution décinormale d'iode.

La solution de sulfate de cuivre ammoniacale est titrée de la même manière une fois pour toutes.

On déduit la quantité d'acide urique de celle du cuivre employé pour le précipiter, sachant que 1 gramme urate de cuivre correspond à 0,726 grammes acide urique.

Le dosage de solutions titrées d'acide urique pur, par cette méthode, a donné des résultats exacts à un centième près de la quantité d'acide urique employée.

Ce dosage peut se faire facilement en une petite demi-heure.

M. **Jules Amann** décrit un *nouvel Azotomètre* qu'il a imaginé et qui peut du reste servir non seulement au dosage de l'urée, mais aussi de l'acide carbonique et d'autres gaz.

Cet appareil se compose en substance de deux burettes de Schellbach de 50 cc., graduées au $^1/_{10}$ de centimètre cube, communiquant par le bas entre elles et avec un troisième tube de même hauteur, mais de diamètre un peu plus grand. Le tout forme ainsi un système de trois tubes communiquants. Les deux burettes doivent être de diamètre exactement égal, de sorte que leurs divisions sont rigoureusement d'égale longueur.

L'une des burettes est fermée à son orifice supérieur par un bouchon à tubulure simple qui communique, au moyen d'un tube muni d'un robinet à trois voies, au réfrigérant composé d'un serpentin de verre immergé dans de l'eau.

L'autre extrémité du serpentin est en communication avec le flacon où se fait la réaction. Ce flacon peut être immergé dans le vase qui contient le serpentin.

Pour le dosage de l'urée, la manœuvre est la suivante :

1° Ouvrir le robinet à trois voies (communication des burettes avec l'air extérieur) ;

2° Etablir le niveau de l'eau à 0 dans les deux burettes en élevant ou abaissant le tube non gradué ;

3° Mesurer, au moyen d'une pipette, 2cc. de l'urine et l'introduire dans un petit tube spécial ;

4° Placer le petit tube avec l'urine de manière à ce qu'il flotte sur le réactif (hypobromite de soude et soude caustique) contenu dans le flacon à réaction ;

5° Boucher hermétiquement le flacon à réaction ;

6° Fermer le robinet à trois voies de manière à établir la communication entre le flacon à réaction et la burette ;

7° Abaisser le tube non gradué pour produire la raréfaction de l'air dans la burette ;

8° Mélanger l'urine au réactif en inclinant et agitant doucement le flacon à réaction, puis placer celui-ci dans l'eau, à l'intérieur de la spirale du serpentin ;

9° Après quelques minutes, rétablir l'équilibre de niveau dans les deux burettes au moyen du tube non gradué ;

10° Faire la lecture du volume de gaz dégagé.

Au lieu de réduire ce volume de gaz à la pression et à la température normale et de faire les corrections relatives à la tension de la vapeur d'eau, on répétera immédiatement l'opération avec 2cc. d'une solution au 1 °/₀ d'urée chimiquement pure.

Cet appareil présente l'avantage d'une mesure très exacte du volume de gaz dégagé et permet, grâce à la graduation identique des deux burettes, l'égalisation rigoureuse des pressions intérieures et extérieures.

M. Jules AMANN présente et démontre la nouvelle *Jumelle marine de Zeiss à oculaire-revolver* permettant d'obtenir, à volonté, un grossissement de 5 ou 10 diamètres et un champ visuel de 6°,5 ou 3°,4, soit, à un kilomètre de distance, 113 ou 60 mètres. L'effet stéréoscopique est, suivant le grossissement employé, de dix ou vingt fois celui de la vision binoculaire simple. Grâce à l'ouverture relativement considérable de l'objectif (25 mm.), la clarté (intensité lumineuse) du champ est très considérable, ce qui permet d'employer l'instrument au crépuscule ou même de nuit.

MM. **S. Aubert** et **F.-A. Forel** ont répété le 29 mai 1898 l'essai de coloration des eaux de l'entonnoir du Pré de Bière entre le Brassus et le Marchairuz ; 8 kilog. de solution de fluorescéine au 25 °/o ont été versés dans l'eau. Malgré une surveillance attentive et longtemps prolongée des fontaines et sources du versant sud-oriental de la Vallée de Joux, en particulier de la fontaine de l'Orient-de-l'Orbe qui avait, dit-on, dans l'expérience du 5 novembre 1897, montré des indices de couleur verte, aucune trace de fluorescence n'a été signalée jusqu'à ce jour. Le résultat de l'expérience est absolument nul.

M. **F.-A. Forel** présente quelques séries d'échantillons de sa collection de sables. Il s'attache en particulier à démontrer deux faits :

1° Tandis que les sables de la grève sont fort différents d'un lac à l'autre, les sables du même lac ont une composition très semblable; les variations locales dans le même lac sont faibles en comparaison des différences considérables que présentent les sables de deux bassins lacustres distincts. La composition des sables d'un lac correspond à la nature minéralogique du bassin d'alimentation.

2° Les sables dragués sur la beine du Léman (beine, terrasse littorale immergée) sont arrondis et roulés, leurs grains se rapprochent plus de la forme sphéroïdale que ceux de la grève. En plusieurs localités, sables de la beine de Morges, de Préverenges, de la beine du lac de Neuchâtel devant Estavayer, etc., les grains de sable sont encroûtés d'un revêtement calcaire, et présentent souvent les traces d'une agglutination, commencement de ce qui doit amener à la formation d'un grès ou d'une mollasse.

M. **H. Mœhlenbruck** présente un *sthétoscope pour machine* composé d'une tige d'aluminium de 12 mm. de diamètre et de 400 mm. de longueur, il est terminé à ses extrémités d'un côté par un pavillon de 40 mm. de diamètre, repoussé dans le métal, et de l'autre par une petite sphère de 14 mm., cette dernière est destinée à être mise en contact avec l'objet à ausculter. Les résultats obtenus avec cet appareil ont dépassé toute attente, car l'on distingue nettement les irrégularités de marches dans des soupapes de machines ou dans les roulements de pièces mécaniques.

M. le professeur Grenier pour lequel le premier exemplaire a été fait, lui a donné le nom de baguette auscultatrice.

M. **Maurice Lugeon.** *Carte géologique d'Albertville.* — L'atlas géologique de la France au 1 : 80 000 avance à grands pas depuis une dizaine d'années. Les Alpes, en particulier, seront très probablement achevées en 1900, formant un ensemble de toute beauté, dont l'utilité n'échappera à personne. Une nouvelle feuille vient de

paraître, celle d'*Albertville* (feuille n° 169 *bis*). Sept collaborateurs ont travaillé de 1889 à 1896 sur cette feuille dont la plus grande partie a été levée par les géologues suisses. Les collaborateurs sont : MM. Marcel Bertrand, Killian, Haug, Offret, Paquier, Ritter et Lugeon.

On distingue aisément cinq grandes régions naturelles.

M. Lugeon a levé toute la région des Bauges et le massif de la Tournette et en collaboration avec M. Haug, le massif de Sulens, célèbre par des dislocations d'une extrême puissance, soit en tout environ 600 km. carrés.

Le massif du Mont-Blanc et son extrémité sud ont été dessinés avec un grand soin et un très grand mérite par M. Ritter, privat-docent à l'Université de Genève. Le mémoire explicatif de cette grande étendue a fait connaître les grands plis couchés dont elle est formée ; les amorces de ces plis forment une série de bandes parallèles descendant au sud-ouest vers la Maurienne. A l'est, la bande houillère du Briançonnais et le massif métamorphique de l'Aiguille du Midi ont été levés par MM. Marcel Bertrand et Kilian. On doit à M. Offret tout l'angle cristallin formé par l'Isère.

M. Lugeon indique quels sont les divers plis qui forment les Bauges, plis remarquables par leur simplicité et leur obliquité vis-à-vis de la direction générale de la chaîne. Il rappelle en outre les idées qu'il a émises relativement à l'histoire des cours d'eau dans cette région des Alpes.

LIVRES REÇUS

du 1er novembre 1897 au 1er novembre 1898.

I. Echanges.

Allemagne.

BERLIN. Deutsch. geolog. Gesellschaft. Zeitschrift, XLIX, 3-4; L, 1.
— Physikal. Gesellschaft. Verhandlungen, 1897, 9-12; 1898, 1-8.
— Königl. preuss. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, 1897, 40-53; 1898, 1-39.
— Königl. preuss. meteorol. Institut. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Deutschland. Jahrg. 1895, 1896, 1897. Deutsch.-meteorol. central Verhandlungen 1897, XIII, 1-2. Bericht über seine Thätigkeit, 1897. Veröffentlichungen, 1897, I et II.
— Gesellschaft für Erdkunde. Verhandlungen. XXIV, 8, 9, 10; XXV, 1-4, 7; Zeitschrift, XXXII, 4-6; XXXIII, 1-4.
— Botanischer Verein für die Provinz Brandenburg. Verhandlungen, XXXIX, 1897.
— Archiv für Naturgeschrichte, 1893, 2; 1897, 1-3; 1898, 1-2.
— Zoologische Station zu Neapel, Mittheilungen, XIII, 1, 2.

BONN. Naturhist. Verein der preuss. Rheinlande. Verhandlungen, 1897, 1, 2.
— Niederrheinischen Gesellschaft Sitzungsberichte, 1897, 1, 2.

BRAUNSCHWEIG. Verein für Naturwissenschaft, Jahresbericht, 1895-96, 1896-97.

BREMEN. Naturwiss. Verein. Abhandlung, XIV, 3; XV, 1-2.

DARMSTADT. Verein für Erdkunde. Notizblatt, IV, 18.

DRESDEN. Naturwiss. Gesellsch. Isis., 1897.

ERLANGEN. Physik.-Medicin. Societät. Sitzungsberichte, 1897.

FRANKFURT a. M. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Bericht, 1897, 1898.

FRANKFURT a. O. Naturwissensch. Verein des Regierungsbezirkes. Helios, 1896, 7-12; 1897, 1-12; 1898, 1-4. Monatliche Mittheilungen, 1898.
— Societatum Litteræ, 1897, 7-12; 1898, 1-4.

FREIBURG in B. Naturforschenden Gesellschaft, Berichte, IX, 1, 2, 3; X, 1, 2, 3.

GIESSEN. Oberhess. Gesellsch. für Naturk., août 1896.

GOTHEMBURG. Société des sciences et lettres. Annales, 1898, T. I.

GREIFSWALD. Naturw. Verein von Neu-Vorpommern und Rügen Mittheilungen, 1897.

— Geographische Gesellschaft, Jahresbericht 1896-98.

HALLE. Ksl. Leop.-Carol. deutsche Akad. der Naturforscher. Nova Acta, LXV, 3; LXVI, 3; LXVII, 1; LXVIII; LXIX, 1; LXXII, 1.

— Verein für Erdkunde. Mittheilungen, 1897.

HAMBURG. Verein für naturw. Verhandlungen, 1897, 4, 5.

— Deutsche Seewarte. Meteorologische Beobachtungen, XIX Jahrbuch. 1896 Ergebnisse fur das Dezennium 1886-1896, 1897.

HANNOVER. Deutschen Seefischereivereins, Mittheilungen, XIII, 10-12; XIV, 1-9.

— Naturhistorische Gesellschaft, Festschrift, 1897.

HEIDELBERG. Naturh.-medizin. Gesellsch. Verhandlungen, 1897, 5.

KASSEL. Vereins für Naturkunde. Berichte, 1896-97, XLIII, 1897-98.

KIEL. Naturw. Verein für Schleswig-Holstein. Schriften, XI, 1897, 1.

KÖNIGSBERG. Physik.-ökonom. Gesellsch. Schriften, XXXVIII, 1897.

LANDSHUT. Botanischen Vereins, Berichte, 1896-97.

LEIPZIG. Naturf. Gesellsch. Sitzungsberichte, 1895-96.

— Verein für Erdkunde. Mittheilungen, 1897.

— Wiedemann, G. u. E. Beiblätter zu den Annalen der Physik und Chemie, 1897, 11-12; 1898, 1-9.

— Mittheilungen der Verlagsbuchhandlung, 1897, N° 6.

— Carus. Zoologischer Anzeiger, 544-570.

— Wissensch. Zoologie Zeitsch., LXIII, 2, 3, 4.

LUXEMBOURG. « Fauna », Société des Naturalistes Luxembourgeois, Comptes rendus des séances, 1896-97.

MULHOUSE. Société industrielle. Bulletin, 1897, sept. à déc.; 1898, janv. à juillet.

MÜNCHEN. Königl. bayer. Akad. der Wissensch. Sitzungsberichte, Math.-Physik. 1897, 3; 1898, 1, 2; Math. CV. 1-10; Naturh. CV. 1-10.

— Gesellsch. für Morphologie und Physiologie. Sitzungsberichte, XIII, 1897, 1, 2; XIV, 1898, 1, 2.

— Westphal. Provinz. Verein. Jahresbericht, 1896-97.

— Königlische Sternwarte zu Bogenhausen, Neu annalen, III.

OSNABRÜCK. Naturwiss. Verein. Jahres-Berichte, 1897.

PASSAU. Naturh. Verein.-Bericht, 1896-1897.

REGENSBURG. Naturwischaftlicher Verein, Berichte, nouv. serie VI, 1896-97.

STRASBOURG. Soc. des sc. agric. et arts de la Basse-Alsace. Bulletin 1897, 7-10; 1898, 1-5.

— Ergebenisse der Meteorologischen Beobachtungen, Elsass-Loraine, 1895.

WIESBADEN. Verein für Naturk. Jahrbücher, 1898, 51.

WÜRZBURG. Physik.-medizin. Gesellsch. Zeitschrift. Sitzungsberichte, 1897, 1-9; Verhandlungen, 1897, XXXI.

ZWICKAU. Vereins für Naturkunde zu Zwickau in Saschen. Jahresbericht, 1896, 12 fasc.; 1897, 9 fasc.

Autriche.

BRÜNN. Naturforsch. Verein. Verhandlungen, 1896, XXXV, Bericht der meteor. Commission, 1895.

BUDAPEST. Musée national de Hongrie. Revue, XX, 4; XXI, 1-4.

— Ungarisch-geolog. Anstalt. Mittheilungen, XI, 6-7. Jahresb. 1895-1896.

— Institut royal géologique de Hongrie. Mittheilungen, XXVII, 8-12; XXVIII, 1-6.

— General Register, I à X.

CRACOVIE. Académie des sciences. Bulletin international, 1897, octobre à décembre; 1898, janvier à mars.

GRÆZ. Verein der Ærzte. Mittheilungen, 1897.

KOLOZSVAR. Soc. du Musée de Transylvanie (section des sc. nat. et médicales) 1898, XIX, 1, 2, 3.

PRESBURG. Verein für Naturkunde, Verhandlungen, 1894-96, IX.

TRIESTE. Societa adriatica di Scienze Naturali, Bolletino, vol. XVI, XVII, XVIII.

WIEN. Academie der Wissenschaften Sitzungsberichte (Zoolog. Geolog. Paleont. Botanick.) CVI, 1897, 1 *bis*, 3, 4, 7, 8, 10; CVII, 1898, 1, 4, 5; — (Math. Physik. Astron.) CVI, 1897, 1-10; CVII, 1898, 1-2.

— Register, XIV, 101-105.

— K. k. geolog. Reichsanstalt. Jahrbuch, XLVII, 1897, 2-4; XLVIII, 1898, 1. Verhandlungen, 1897, 11-18; 1898, 1-10.

— Œsterreich. Gesellsch. für Meteorologie und deutsche meteor. Gesellsch. Meteorologische Zeitschrift, 1897, 11-12; 1898 1-10.

— Zoolog.-botan. Gesellsch. Verhandl., 1897, XLVII, 8-10; 1898, XLVIII, 1-7.

— K. k. Naturhist. Hofmuseum. Annalen, 1896, XII, 1.

— Section für Naturkunde des Œsterr. Touristen-Club. Mittheilungen. 1897, IX.

— Verein zur verbreitung naturw. Kenntnisse. Schriften, 1896-1897, XXVII.

Belgique.

BRUXELLES. Académie royale. Bulletin, T. XXX-XXXIII; — Annuaire, 1896-97; — Mém. couronnés et des savants étrangers, n° 54; — Mém. cour. et autres mém., T. XLVIII, vol. 1; T. XLIX; T. L, vol. 2; T. LIII; T. LIV; — Bibliographie académique, 1896.

— Société malacologique, Annales, T. XXVIII, 1893; XXIX, 1894; XXXI, 1898, 1er fasc. — Procès-verbaux 1895; juin à décembre 1896.

BRUXELLES. Soc. entomologique, Annales, XLI, 1897; — Mémoires, VI, 1897.
— Soc. royale de botanique. Bulletin, T. XXXVII, 1898.
— Société belge de microscopie. Procès-verbaux. Annales, T. XXII, 1. 2. Bullet. 1896-97, 11.
— Soc. belge de géologie, X, 1, 2, 3; XI. 1, 2, 3.
— Observatoire royal. Annuaires 1889-97. — Annales. T. III et IV (Météorologie). — T. VII (Astronomie). — Bibliog. générale de l'astronomie, T. 1, 2e partie.

LOUVAIN. La cellule, XIII, 2; XIV, 1-2; XV, 1.

LUXEMBOURG. Institut royal grand-ducal. Publications, T. XXV.
— Société des naturalistes luxembourgeois. Fauna, 1896-97.

Empire britannique.

ADELAÏDE. Royal society of South Australia. Transactions and Proceedings, XXI, 2; XXII, 1.

BELFAST. Natur. hist. and philosoph. society. Proceedings, 1896-97.

BRISTOL. Naturalists' Society Proceedings, VIII, 2, 1896-1897. — Liste des membres.

CALCUTTA. Geological Survey of India, XXX, 4; — Mémoires, T. XXV, XXVI, XXVII, part. 1; — Paleont. India, vol. I, 1-4; vol. II, 1.

DUBLIN. Royal irish Acad. Transactions, XXXI, 1-4. Proceedings, IV, 4.
— Royal Society, scient.; Proceedings, VIII, 5. Transactions, V, 13; VI, 2-13.

EDINBOURG. Geolog. society. — Transactions, VIII, 3. — Liste des membres et Statuts.
— Laboratory of the royal College of Physicians Report, VI, 1897.

HALIFAX. Nova scotian Institute of natural science. Proceedings and Transactions, Vol. IX, part. 3.

KEW. Observatory. Report, 1897.

LONDON. Royal microscop. society. Journal, 1897, 6; 1898, 1-7.
— Geological society. Quarterly Journal, 212-215. — Liste des membres, 1897.
— Linnean society. Journal. Zoology, 1897, 160-168; 1898, 169-171. — List Proceed, 1896-97.
— Royal society. Proceedings, 381-403; — Year-Book, 1896-1897; 1897-98.
— Zoological society. Proceedings, 1897, 4; 1898, 1, 2, 3; — Liste des memhres, 1898; — Transactions, XIV, 7; XV, 5.

MANCHESTER. Geological society. Transactions, XXV, 12-15. — 1898, 20, 21.
— Literary and philosophical Society, Vol. XLII, 1, 2, 3, 4.

OTTAWA. Royal Society of Canada. Proceedings and Transact., Vol. II.
— Geological and natur. History Survey of Canada. Paleozoic-fossilis., Vol. III, fasc. 3.

SIDNEY. Royal society of New-South Wales. Transactions and Proceedings, XXXI, 1897.
— Australian Museum. Annual Report 1897.
TAUNTON. Archeological and natural History. Proceedings, 1897, III.
TORENTO. Canadian Institute. Transactions, vol. V. Supplement; N° 10, vol. V, part. 2.

Danemark.

COPENHAGUE. Académie royale. Bulletin, 1897, 4, 5, 6 ; 1898, 1, 2. 3.
— Naturhistorische Forening. Videnskabelige Meddelelser, 1897.

France.

ABBEVILLE. Société d'émulation. Bulletin, 1897.
AMIENS. Société linnéenne du Nord de la France. Bulletin, XIII, 1896-97.
ANGERS. Seciété d'Etudes scientifiques, 1895-96.
ANNECY. Soc. florimontane. Revue savoisienne, 1897, 1-4; 1898, 1-3.
AUTUN. Soc. d'hist. natur. Bulletin, 1896, 9.
AUXERRE. Soc. des sc. histor. et natur. de l'Yonne. Bulletin, 1896, 2.
BELFORT. Soc. belfortaine d'émul. Bulletin. 1897, 16.
BESANÇON. Soc. d'émul. du Doubs. Mémoires, X, 1895.
— Soc. d'horticult. du Doubs. Bulletin, 1897, 23-29.
BÉZIERS. Soc. d'étude des sc. natur. Bullet. XIX, 1896.
BONE. Académie d'Hippone. Comptes-rendus, 1897, 1-4; 1898. 1.
BORDEAUX. Soc. linnéenne. Actes, X, 1896.
BOURG. Soc. sc. nat. de l'Ain, 1897, 8 et 9; 1898, 10, 11, 12.
CAEN. Soc. linnéenne de Normandie. Bulletin, 1895, 2 et 3; 1896, 3, 4. 1897, 1.
CHALON s/ SAÔNE. Soc. des sc. nat. de Saône et Loire, 1897, 10-12; 1898, 1-3.
CHAMBÉRY. Académie des Belles-Lettres, sciences et arts. Mémoires, T. VI.
CHARLEVILLE. Soc. d'histoire naturelle des Ardennes. Bulletin, T. 1, 2, 3.
CHERBOURG. Soc. nation. des sc. nat. et mathém. de Cherbourg. Mémoires, T. XXX.
DAX. Société de Borda. Bulletin, 1896, 4; 1897, 1-4; 1898, 1.
DIJON. Académie. Mémoires, T. XXVI, 1-8. Comptes-rendus, 1897, XXV.
GRENOBLE. Soc. dauphinoise d'ethnologie et anthropologie. Bulletin, T. V, N° 1.
LA ROCHELLE. Société des sciences naturelles de la Charente inférieure. Annales, 1897.
LE HAVRE. Soc. géologique de Normandie. Bulletin, T. XVII, 1894-95.

LE MANS. Société d'agriculture et des arts de la Sarthe. Bulletin, 1897-98, 2.

LILLE. Soc. géologique du Nord. Annales, XXIV, 1896; XXV, 1897.

LYON. Acad. des sciences, bell.-lett. et arts. Mémoires, T. IV, 1896.
— Soc. d'agricult., d'hist. naturelle et des arts utiles. Annales, T. IV, 1896.
— Société Linnéenne, T. XLIII, 1896.

MACON. Soc d'histoire naturelle. Bulletin trimestriel, 1897, N° 7.

MARSEILLE. Société de statistique. Répertoire des travaux, 1896.
— Société scientifique industr. Bulletin, 1897, 2, 3, 4.
— Soc. scientif. Flammarion. Bulletin, 1897.
— Faculté des sc. Annales, VIII, 5-10.

NANCY. Académie de Stanislas. Mémoires, XIV, 1896.
— Société des sciences. Bulletin, T. XIV, fasc. XXXI.

NANTES. Soc. des sc. natur. de l'Ouest de la France. Bulletin, VII, 1897, 2-4; VIII, 1898, 1.

NIMES. Société d'étude des sciences naturelles. Bulletin, 1896, 4; 1897, 1-4.

PARIS. Société zoologique. Bulletin, T. XXI, 1896; XXII, 1897.
— Académie des sciences. Comptes rendus, 1897, 2e semestre, 18-26; 1898, 1er semestre; 2e semestre 1-16.
— Soc. des ingénieurs civils, 1897, 11, 12; 1898, 1-8; annuaire 1898; cinquantenaire 1848-1898, I et II.
— Soc. géologique de France. Bulletin, XXIV, 9-11; XXV, 1-8; XXVI, 1. Comptes rendus des séances, XXXV, 1897.
— Société minéralogique. Bulletin, XX, 7, 8; XXI, 1-5.
— Feuille des jeunes naturalistes, 325-338.
— Soc. d'anthropologie. Bulletin, 4e série, VII, 5, 6; VIII, 1 5.
— Ecole polytechnique. Journal, série II, 2e et 3e cahiers.
— Soc. française de physique. Séances, 1897, 2, 3.
— Muséum d'histoire naturelle. Bulletin, 1897, 4-8; 1898, 1-3.
— Bulletin des services de la carte géolog. de France, X, 61, 62, 63

PERPIGNAN. Soc. des Pyrénées orientales, XXXVIII, 1897.

ROCHECHOUART. Soc. des amis des sc. Bulletin, VI, 2-7; VII, 1-6.

ST-DIÉ. Soc. philom. vosgienne. Bulletin, 1897-98.

SEMUR. Soc. des sc. histor. et natur. Bulletin, X, 1897.

Hollande.

AMSTERDAM. Acad. roy. des sc. Verslagen en Medeelingen, Jaarbock, 1897. Verhandlungen, IV, 1, 2; VI, 2. Zittingswerslagen, 1897-98.

HARLEM. Musée Teyler. Archives; V, 4; VI, 1.
— Soc. hollandaise des sc. Archives, 1897, série II, T. I, 2-5; T. II, 1.

UTRECHT. Institut météorol. des Pays-Bas. Annuaire, 1895.

Italie.

BOLOGNE. Accad. delle scienze dell'istituto. Rendiconto, 1895-96; 1896-97, 1-4.

CATANE. Accademia Gioenia di sc. natur. Atti, X. Bolletino fasc. 50 et 51.

MILAN. Reale istituto lombardo. Rendiconti, Vol. XXIX, série II. Memorie, Vol. XVIII et XIX.

— Soc. italiana di sc. natur. Atti, XXXVII, 2.

PAVIE. Maggi, Zoja, de Giovanni. Bollettino scientifico, 1897, 4; 1898. 1.

PÉROUSE. Accademia medico-chirurgica. Atti-Rediconti, IX, 3.

PISE. Soc. toscana di sc. natur. Atti. T. X, XI.

— Il nuovo cimento, VI, 1897, 11-12; VII, 1898, 1-6.

ROME. Reale accademia dei lincei. Atti, 1897, VI, 2me semestre, 9-12; 1898, VII, 1-10.

— Comitate geologico d'Italia. Bollettino, XXVIII, 1897, 1-4; XXIX, 1898, 1, 2.

— Soc. romana pergli studi zoolog. Bollettino, VI, 3-6.

VENISE. Reale istituto veneto. LV, 1 et 2.

Espagne et Portugal.

BARCELONE. Reale accademia de Ciencias y artes. Boletin, 1897, Vol I, 15, 18, 19.

LISBONNE. Direcçào des Trabalhos Geologicos de Portugal. — Annales (Fauna Silurica del gado).

PORTO. Sociedad Carlos Ribeiro. Revista, V, 20.

Russie.

DORPAT. Naturforscher Gesellsch. Sitzungsberichte, XI, 3.

EKATERINBOURG. Soc. ouralienne d'amat. des sc. nat. Bulletin; XIV, 1; XV, 2; XVI, 2; XVII, 1 et 2; XVIII, 1. — Rapport annuel.

KARKOW. Travaux de la Soc. sc. de Médecine et d'hygiène, 1896.

KIEW. Soc. des naturalistes. Bulletin, XIV, 2; XV, 1. 2.

MOSCOU. Soc. impér. des naturalistes. Bulletin, 1897, 2, 3, 4.

ST-PÉTERSBOURG. Acad. impér. des sciences. Mémoires, V, 6. 7, 9 Bullet., 1897, VII, 3, 4, 5; 1898, VIII, 1, 2, 4.

— Observatoire physique central. Annales, 1896, 1, 2.

— Comité géologique. Bulletins, 1897, XVI, 3-9, supplément; 1898, XVII, 1, 2, 3.

— Société impériale russe de géographie. Bulletin, XXXIII, 2, 3, 4, 6; XXXIV, 1-3. Procès-verbaux, 1896-97.

Scandinavie.

OUPSAL. Nova acta Regiae societatis scientiarum upsaliensis, 1898, XVII, fasc. II.

STOCKHOLM. Acad. royale des sc. Mémoires, XXIX, 1897-98, 1, 2, 3, 4, sections 1-4; Bulletin, Vol. LIV, 1897 ; Accessions-Katalog, Vol. X-XII, et Register.
— Entomologisk Tidskrift, 1897, 1-4.
TROMSO. Museums, 1894, 1895.

Suisse.

AARAU. Naturforschende Gesellsch. Mittheilungen, VII, 1898.
BALE. Naturf. Gesellsch. Verhandlungen, XII, 1.
BERNE. Soc. helvét. des sc. natur. Verhandlungen. Nouveaux Mémoires, XXXIII, 2e liv.
— Commission géologique fédérale. Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse, fasc VII.
— Bibliographie nationale suisse. Fasc. IV, 6, 2e cah.; 5e cah., 9e cah., fasc. V, 9e C.
COIRE. Naturf. Gesellsch. Jahresberichte, XXXV (1897-98).
FRIBOURG. Soc. des sc. natur. Comptes rendus. Vol. VII (1893-97).
GENÈVE. Soc. de phys. et d'hist. natur. Mémoires, XXXII, 2me Part. Archives, 1897, 11, 12; 1898, 1-10.
— Institut national. Bulletin, XXXIV.
— Soc. de géographie. Le Globe. Bulletin 1898, XXXVII, 1, 2, et Mémoires.
GLARIS. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft des Kantons Glarus, Heft. I.
LAUSANNE. Soc. géologique suisse. Eclogæ geologicæ helveticæ, V, 4, 5.
MONTREUX. Société de botanique. Le Narcisse.
NEUCHATEL. Soc. de géographie. Bulletin, 1897-98, T. X.
SCHAFFHOUSE. Schweiz. entomologische Gesellsch. Mittheilungen, X, 1 et 2.
ST-GALL. Naturf. Gesellsch. Berichte über die Thätigkeit, 1895-96.
SION. Soc. murithienne. Bulletin des travaux, 1894-96, XXIII à XXV; 1897, XXVI
SOLEURE. Naturf. Gesellsch. Berichte über die Thätigkeit, 1895-96.
ZURICH. Naturf. Gesellsch. Vierteljahrsschrift, 1897, 1 ; 1898, 1, 2, 3. — Neujahrsblatt, C.
— Schweiz Meteorolog. Annalen, 1895.
— Jahresbericht der Physikalischer Gesellschaft, 1896 et 97.
— Schweizerische Kommission geodätiche (Internationale Erdmessung), VIII.

Amérique.

BOSTON. American acad. of arts and sciences. Proceedings, Vol. XXXII, 16-17 ; XXXIII, 1-8, 13-27.
— Natural history society. Mem. Proceedings, XXVIII, nos 8-12.
BUFFALO. Society of natural sciences. Bulletin, V, 5 ; VI, 1.

CAMBRIDGE. Mass. Museum of comparative Zoology. Bulletin, XXXI, 1-7; XXXII, 1-8. — Annual Report, 1896-97.
— American association for the advancement of sciences. Bulletin, Harward College, vol. XXVIII, 4.

CINCINNATI. Soc. of nat. hist. Journal, XIX, 3.

CHICAGO. Academy of sciences, Annual Report, 1896.

DENVER. Colorado scient. Society. Proceedings, 1897, nov.; 1898, février. — Bulletin 1897, 10, 11; 1898, 1. — Circulaire, 1, 1898. — Meeting, mai 1898.

LAWRANCE. The Kansas University quarterly. T. VII, N° 2.

DES MOINES. Jowa Geological survey. Annual report 1896.

MONTEVIDEO. Museo national, annales, T. III, facs. VIII et IX.

NEW-YORK. Acad. of sciences. Annals, IX, 6-12; X, 1; part, I. Transactions, XVI, 1896-97.
— American museum of natural history. Bulletin, IX, 1897. Annual Report, 1897.

PHILADELPHIE. Acad. of natural science. Proceed., 1897, 2; 1898, 1.
— American philosophical society. Proceedings, XXXV, numéro 153; XXXVI, n° 155; XXXVII, 157.
— Franklin institute. Journal, Vol. CXLIV, 863, 864; Vol. CXLV, 1-6; Vol. CXLVI, 2-4.

RALEIGH. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal, 1897, XIV, part 1.

ROCHESTER. Academy of sciences. Procedings, III, 1876, 1.

SALEM. Mass. Essex institute. Bulletin, Vol, XXVI, 7-12; XXVII, 1-12; XXVIII, 1-6; XXIX, 1-6.
— American association for the avancement of science. Procedings, vol. XLVII, 1897.

SAN FRANCISCO. California academy of sciences. Proceedings, Zoolog., I, 4, 5; Botanique I, 2; Géolog., I, 2, 3; Occasional papers, V, 1897.

ST-LOUIS. Acad. of science. Transactions, 1897, VII, 12-16.
— Missouri Botanical Garden. Annual Report, 1896.

SAN SALVADOR. Observatorio astronomico y meteorologico. Annales avril 1897.

WASHINGTON. Department of agriculture. Report. Division of Chimie. Bulletin, n° 50.
— Smithsonian institution. Annual report, Museum, 1895.
— Geological survey. Bulletin, n°s 87, 127, 130, 135-148; Ann. Report, 1895-96, I et II; Monographie, XXV, XXVI, XXVIII, avec atlas.
— Bureau of ethnology. Annual Report, 1894-95.

BUENOS-AIRES. Instituto geographico argentino. Boletin, XVIII, 7-12.
— Annales del Museo nacional. Communicationes, T. I, 1.

CORDOBA. Acad. nacional de ciencias de la Republica Argentina. Boletin, XV, 4.

MADISON. Visconsin Academy of sc. arts a letters. Transactions, XI, 1896-97.

MEXICO. Sociedad cientifica Antonio Alzate. Memorias, X, 5-12; XI, 5-8.

MEXICO. Observatorio meteorologico central. Boletin mensuel. 1897, sept. à déc.; 1898, janv. à mai.
— Instituto Geologico de Mexico. Bulletin, 1897, 10.
— Academia Mexicana de ciencias exactas fisicas y naturales. Annuario 1896, rapport du secrétaire perpétuel, 1898.

LIMA. Academia medico-chirurgica di Perugia. Atti e rediconti; 4; IX, 4.

RIO DE JANEIRO. Museu nacional. Observatorio. Annuario, 1897; 1898.

SAN JOSÉ DE COSTA RICA. Museo nacional informe, 1897-1898.
— Instituto fisico-geografico nacional. Anales, 1897.

SANTIAGO. Soc. scientif. du Chili, T. VI, 4, 5; VII, 1-4.

Egypte.

LE CAIRE. Institut égyptien. Bullet. 1896; 1897, 1-5 t Memoire, T. III, fasc. 1-5.

II. Dons.

ALBERT Ier (prince de Monaco). Sur la 4me campagne scientifique de la *Princesse Alice*. — Fasc. XII.
— Sur les observations météorologiques de l'Océan Atlantique.
— Sur le développement des tortues.

(Don de M. J. Amann). Un lot d'une trentaine de brochures sur divers sujets scientifiques.

BIELER, S. Le développement de l'ossature dans les animaux domestiques et particulièrement chez les élèves de l'espèce bovine.

(Don de M. Th. Bieler). Fritz Uhlmann. Recherches sur quelques dérivés de l'acide O. Benzoylbenzoique. — *H. Rivier.* De l'action des chlorures Thiocarbamique Bisubstitués sur les Thiurées tertiaires et sur la Thiocarbanilide.

BLATTER, P. Etude sur la structure histologique des glandes annexes de l'appareil mâle de l'Hydrophile.
— Etude sur la structure histologique des glandes annexes de l'appareil mâle du Periplonata orientalis.

(Don de M. Bugnion). Collection d'anciens Bulletins de la Société.

BUHRER. Le climat du Valais.

(Don de Mlle J. Chavannes). 6 carnets de notes et profils géologiques, notes diverses sur « Carnieule et gypse », croquis géologiques (de feu Sylvain Chavannes). — *Whewell.* Geschichte der inductiven Wissenschaften. Vol. I, II, III. — *Johanne Jacobo Schenchzero.* 1709. Herbarium Diluvianun collectum.

DELEBECQUE, A. Les lacs français.

DELESSERT, E. Le haricot sauteur.
— Quelques mots sur les fouilles de Cheseaux et de Morrens.

(Don du Département de l'Instruction publique). Catalogue complet de le Bibliothèque cantonale.

(Don du Département des Travaux publics). Annalen der Schweizerischen Meteorologischen. Central anstalt 1895.

DUMONT, E. Recherches sur les propriétés magnétiques des aciers de Nickel.

FATIO, V. Quelques particularités ornithologiques du Mont-Salève.

FERAL, G. Observations météorologiques sur les pluies, grêle et tempêtes.

FORDHAM, H.-G. The Earthquake of the 17 of december 1895 as it affected the county of Hestford.

FOREL, Aug. Ameisen aus Nossi-Bé, Majunga Juan de Nova (Madagascar) den Aldabra. Inseln und Sansibar.

— Mœurs des fourmis de l'Amérique tropicale.

— Deux fourmis d'Espagne.

(Don de M. F.-A. Forel). Un lot de 96 brochures in-4°, sur divers sujets scientifiques.

FRITSCH, A. Fauna des Gaskohle und der Kalksteiner der Permformation. Bohmens III, 1 et 2.

GRÉGOIRE (comte Razoumowski). Œuvres scientifiques.

GRENIER, W. Les Installations hydrauliques de l'usine hydro-électrique de Chèvres (canton de Genève).

— Installation de la force hydraulique dans la fabrique de Coton de Campione.

JANET, Ch. Etudes sur les fourmis, les guêpes et les abeilles : notes 13, 14, 15.

— Sur les Rapports de l'antennophorus Uhlmanni avec le Lasius mixtus.

— Notice sur les Travaux scientifiques présentés par M. Ch. Janet de l'Académie des sciences, au concours pour 1896 pour le prix Thore.

(Don de M. M. Lugeon). W. Kilian et *J. Revil* (Introduction à la géologie de la Basse Maurienne).

MANOUVRIER, M.-L. Observations d'un Microcephale vivant et de la cause probable de sa monstruosité.

— 2me Etude sur le Pithecanthropus erectus comme précurseur présumé de l'homme.

— Réponse aux objections sur le Pithecanthropus erectus comme précurseur présumé de l'homme.

— Sur le nain Auguste Tuaillou.

MARSON, L. Sui Ghiacciai del Massiccio del Monte Disgrazia. Osservazione del 1896.

— Sui Ghiacciai del Massiccio del Monte Disgrazia o Pizzo-Bello.

— Sui Ghiacciai italiani del Bernina Proprio.

(Don de Mme veuve Naville de Genève). 22 numéros de « L'Afrique ». — « Le Globe », T. XX à XXXVI.

OMBONI, G. Il cabineto de Geologia della R. Universita de Padova.

PELET, L. Etude de l'Eau régale et de la préparation du chlore au moyen des acides chlorhydrique et nitrique.

PELET, L., et BRUNNER, H. Einwirkung von Chlorkalklösung auf Phenylhydrazin (Bildung von Azobenzol).

PELET, L., et LUNGE, G. Uber die Dastellung von Chlor aus salzsaure mittels salpetersaüre.

PIETTE, Ed., et J. de la PORTERIE. Etudes ethnographiques préhistoriques, fouilles de Basempouy en 1896.

(Don de M. Renevier). Inostrauzeff, A. L'homme préhistorique de l'âge de la pierre sur les côtes du lac Ladoga. — Lot d'une soixantaine de brochures sur divers sujets scientifiques.

SCHRÖTER, S. Uber die Vielgestaltigkeit der Fichte (Picea excelsa· Link).

WEHRLI, L., et BURCKHARDT, C. Rapport préliminaire sur une expédition géologique dans la Cordillère argentine-chilienne.

III. Achats.

SUESS. La face de la Terre (Traduction française).

Ch. LECOULTRE. Répertoire chromatique.

J. BERTRAND. Calcul des Probabilités.

W. NERNST et A. SCHÖUFLIES. Einführung in die Mathématische Behandlung der Naturwissenschaften.

IV. Abonnements et souscriptions.

Annuaire géologique universel.

Archives de la Bibliothèque universelle.

Archiv für Naturgeschichte.

Biologisches Centralblatt.

BRONN'S. Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs.

Catalogue des scientific Pepers.

Mémoires de la station zoologique de Naples.

Mémoires de la Société géologique de France.

Mémoires de la Société paléontologique suisse.

Nouveaux mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles.

Paléontologie de la Société géologique de France.

RABENHORST. Kryptogamen-Flora.

Revue suisse de zoologie (annales du Musée d'histoire naturelle de Genève).

WURTZ. Second supplément du Dictionnaire de chimie.

Zeitschrift für Wissenschaftliche Zoologie.

Zoologisches Adressbuch.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

La Liberté économique et les Evénements d'Italie

par **V. PARETO,**

Professeur à l'Université de Lausanne.

Brochure in-8°, de 126 pages. **1 fr. 50.**

Excellent résumé des maux causés à l'Italie par le militarisme, le protectionnisme, la corruption parlementaire, la mauvaise administration des banques, l'exagération des travaux publics.

ÉBOULEMENTS DE COTEAUX IRRIGUÉS

DANS LA COLOMBIE BRITANNIQUE

ÉTUDES PRÉLIMINAIRES POUR CHEMIN DE FER

DANS LES CAGNONS DU COLORADO

par **Jules GAUDARD,**

Professeur à l'Ecole des Ingénieurs de Lausanne.

Brochure in-8°, 1 fr.

PUBLICATIONS DU MÊME AUTEUR :

Progrès des constructions maritimes. Ports. Murs de quais. Appareils de radoub. Construction de navires . . . . . 1 fr. 50

Vues d'ouvrages d'art. Réparations de viaducs en maçonnerie. — Perfectionnement des poutres métalliques. — Elargissement du Grand-Pont, à Lausanne. Bâches de ponts. Canaux. Grand in-8° avec illustrations . . . . . 2 fr. 50

Barrage du Periyar, barrages en voûtes. In-8° avec planche. 1 fr. —

Application du système Cantilever aux halles métalliques. Halle des machines à l'Exposition suisse de 1896, avec figures . . 1 fr. —

LE MIRACLE ET LE SURNATUREL

par **Louis EMERY,**

Professeur de théologie à l'Université de Lausanne.

Quelques réflexions à propos de l'ouvrage de M. P. Chapuis sur le surnaturel.

Brochure in-8°, 60 centimes.

LA PREMIÈRE RELIGION DE L'HUMANITÉ

par **A. FORNEROD,**

Professeur de théologie à l'Université de Lausanne.

Brochure in-8°, 30 cent.

DU MÊME AUTEUR

LA VIE CHRÉTIENNE ET LE SURNATUREL

Brochure in-8°, 30 centimes.

LIBRAIRIE F. ROUGE

LIBRAIRIE DE L'UNIVERSITÉ

rue Haldimand, 4, Lausanne.

TÉLÉPHONE N° 643

ÉTUDES D'ÉCONOMIE POLITIQUE APPLIQUÉE

Théorie de la production de la richesse sociale,

par **Léon WALRAS.**

1 vol. in-8°, 7 fr. 50.

Du même Auteur : **Etudes d'économie sociale.** I. Recherche de l'idéal social. II. Propriété. III. Réalisation de l'idéal social. IV. Impôts. 1 vol. in-8° . . . . . 7 fr. 50

Eléments d'économie pure. I. Objet et divisions de l'économie politique et sociale. II. Théorie de l'échange. III. Théorie de la production. IV. Théorie de la capitalisation et du crédit. V. Théorie de la monnaie. VI. Des tarifs, du monopole et des impôts. 1 vol. in-8°. . 10 fr. —

Guide et formulaire de thérapeutique générale et spéciale

par le Dr **V. HERZEN.**

Volume in-12° relié, de 480 pages sur double colonne, contenant un répertoire des spécialités pharmaceutiques nouvelles et usuelles. Relié . . . . . 5 fr. —

GUIDE PRATIQUE POUR LES SAGES-FEMMES

par le Dr **A. ARTEMIEFF,**

Directeur de l'Institut des sages-femmes, à Tiflis.

Relié, 2 fr. 50.

LA SUISSE SOUS LE PACTE DE 1815

par **B. van MUYDEN,**

Président de la Société d'histoire de la Suisse romande.

Tome premier, 1813 à 1830. In-8° . . . . . 8 fr. —
Tome second, 1830-1838. In-8° . . . . . 8 fr. —

Chaque volume se vend séparément.

Abaque logarithmique pour le calcul des conduites d'eau sous pression

par **A. van MUYDEN,**

Ingénieur civil.

Tableau, 4me édition, avec texte explicatif . . . . . 1 fr. 50

Etudes géologiques sur l'extrémité méridionale de la première chaîne du Jura (chaîne du Reculet-Vuache)

par le Dr **H. SCHARDT.**

Volume in-8°, avec une carte géologique, 3 planches de profils et un tableau statigraphique . . . . . 2 fr. 50

Lausanne. — Imp. Corbaz & Comp.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01307 4224